

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-203866

(43)Date of publication of application : 18.07.2003

(51)Int.Cl.

H01L 21/205

(21)Application number : 2002-309766

(71)Applicant : SHIN ETSU HANDOTAI CO LTD
NAGANO DENSHI KOGYO KK

(22)Date of filing : 24.10.2002

(72)Inventor : YAMAGUCHI SHINICHI
YAMAMOTO HIROICHI
YAMADA TORU

(30)Priority

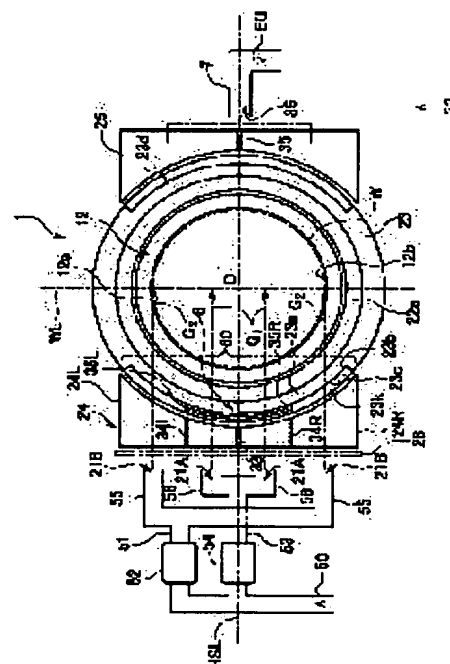
Priority number : 2001326881 Priority date : 24.10.2001 Priority country : JP

(54) VAPOR GROWTH APPARATUS AND METHOD OF MANUFACTURING EPITAXIAL WAFER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a vapor growth apparatus which can assure proper distribution of film thickness, while using a comparatively simplified structure, and to provide a method of manufacturing epitaxial wafer, using the same apparatus.

SOLUTION: This vapor growth apparatus 1 is configured as a single-wafer vapor growth apparatus. A raw material gas G is guided into a reaction vessel body 2 from a gas guide port 21. A susceptor 12 is surrounded by a bank member 23 and the raw material gas G from the gas guiding port 21 collides with a gas-receiving region 60 formed to the bank material 23 and then rides over the upper surface 23a side and then flows along the main surface of a silicon single-crystal substrate W placed on the susceptor 12. In the gas-receiving region 60, a gas-disturbing portion 8 is formed with inclusion of walls 9, 9, 23b which change step by step in the height for the upper surface of the bank member 23, as it advances toward the down-stream side of the flow of the raw material gas G.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is vapor growth equipment to which the main front face of a silicon single crystal substrate is made to carry out vapor growth of the silicon single crystal thin film. It has the body of a reaction container with which the gas inlet was formed in the first edge side which can be set horizontally, and gas exhaust was similarly formed in the second edge side. The material gas for silicon single crystal thin film formation is introduced in said body of a reaction container from said gas inlet. After said material gas flows in the building envelope of this body of a reaction container along said main front face of said silicon single crystal substrate by which rotation maintenance is carried out at an abbreviation horizontal, While said silicon single crystal substrate is arranged on the disc-like susceptor by which is constituted so that it may be discharged from said gas exhaust, and a rotation drive is carried out in said building envelope and surrounding said susceptor Bank material is arranged in the physical relationship whose top face corresponds with the top face of this susceptor. Furthermore, opening of said gas inlet is carried out in the form which counters the peripheral face of said bank material. In the vapor growth equipment constituted so that it might flow along the main front face of said silicon single crystal substrate on said susceptor after said material gas from this gas inlet ran aground to the top-face side in the gas acceptance field formed in said bank material Vapor growth equipment characterized by forming in said gas acceptance field gas random **** which has the wall from which the height to the top face of said bank material changes gradually as it progresses to the flow direction downstream of said material gas.

[Claim 2] Said gas random **** is vapor growth equipment according to claim 1 characterized by making a stairway configuration.

[Claim 3] Vapor growth equipment according to claim 1 or 2 characterized by forming the hold section concave in the form which cuts and lacks the top-face side periphery edge of said bank material in a hoop direction, arranging a stair-like quartz member removable and forming said gas random **** in this hold section.

[Claim 4] Said gas random **** is vapor growth equipment according to claim 1 characterized by being formed as a thing containing the heights which are separated from the wall which adjoins the top face of said bank material about the flow direction of said material gas.

[Claim 5] Vapor growth equipment according to claim 4 characterized by forming the hold section concave in the form which cuts and lacks the top-face side periphery edge of said bank material in a hoop direction, arranging the block material made from a quartz removable, and forming said heights in this hold section.

[Claim 6] The imagination center line along the flow direction of said material gas which intersects perpendicularly with axis of rotation of said susceptor from said first edge of said body of a reaction container, and reaches said second edge is made into a horizontal center line. When the direction which intersects perpendicularly with the both sides of this horizontal center line and said axis of rotation is defined as the cross direction, to the peripheral face of said bank material The bank material side dashboard which divides the flow of said material gas with two or more [in said cross direction] in the form distributed to bilateral symmetry to said horizontal center line is arranged. Vapor growth equipment given in claim 1 characterized by forming said gas random **** only about said gas acceptance field containing said horizontal center line about said gas acceptance field used as the form divided by them thru/or any 1 term of 5.

[Claim 7] The interior material of a gas proposal which turns and leads said material gas from said gas inlet to said gas acceptance field It is arranged between said gas inlets and said bank material in the form distributed to right and left to said horizontal center line in said cross direction. The interior material side dashboard of a gas proposal with which the flow of said material gas is divided into each of the gas guidance

space formed inside said interior material of a gas proposal in said cross direction is formed. Vapor growth equipment according to claim 6 characterized by arranging the interior material side dashboard of the gas proposal, and said bank material side dashboard in the same field of a virtual flat surface perpendicular to said cross direction.

[Claim 8] Vapor growth equipment given in claim 1 by which the spot facing which has the wafer taking-a-seat side to which it inclined up toward the outside is formed in said susceptor thru/or any 1 term of 7.

[Claim 9] The manufacture approach of the epitaxial wafer characterized by obtaining an epitaxial wafer by arranging said silicon single crystal substrate in said reaction container of vapor growth equipment given in claim 1 thru/or any 1 term of 8, circulating said material gas in this reaction container, and carrying out vapor phase epitaxial growth of said silicon single crystal thin film on said silicon single crystal substrate.

[Claim 10] The manufacture approach of the epitaxial wafer according to claim 9 characterized by performing thickness adjustment of said silicon single crystal thin film so that the value defined by $100 \times (t_{\max} - t_{\min}) / (t_{\max} + t_{\min})$ may become 0.4 or less about the maximum thickness value of the diameter direction of said silicon single crystal thin film, when the minimum thickness value is similarly set to t_{\min} , t_{\max} .

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the vapor growth equipment for making the main front face of a silicon single crystal substrate carry out vapor growth of the silicon single crystal thin film, and the manufacture approach of an epitaxial wafer realized using it.

[0002]

[Description of the Prior Art] The silicon epitaxial wafer which formed the silicon single crystal thin film (it is only hereafter called a "thin film" for short) in the main front face of a silicon single crystal substrate (it is only hereafter called a "substrate" for short) by vapor growth is widely used for electron devices, such as a bipolar IC and MOS-IC. And the demand to the flatness of the epitaxial wafer main front face which makes a component and is crowded is becoming still severer with detailed-izing of an electron device etc. As a factor which affects flatness, there are display flatness of a substrate and thickness distribution of a thin film. By the way, it replaces with the approach recent years, for example, a diameter, carry out batch processing of two or more wafers in manufacture of the epitaxial wafer beyond 200mm thru/or it, and single-wafer-processing vapor growth equipment is becoming in use. This carries out rotation maintenance of the one substrate horizontally into a reaction container, and it carries out vapor growth of the thin film, supplying material gas to an abbreviation horizontal and an one direction from the end of a reaction container to the other end.

[0003] In the above single-wafer-processing vapor growth equipments, when attaining thickness equalization of the thin film formed, there is the flow rate of material gas or flow rate distribution in a reaction container as an important factor. In single-wafer-processing vapor growth equipment, after material gas is usually supplied from the gas inlet formed in the end section of a reaction container through the gas supply line and material gas flows along a substrate front face, it has structure discharged from the exhaust port by the side of the container other end. In the vapor growth equipment of such structure, in order to reduce flow rate nonuniformity, the equipment which formed the distributor which formed many holes in the downstream of a gas inlet conventionally, or formed the dashboard with which a gas stream is divided crosswise is proposed.

[0004] Moreover, the configuration of the equipment which supplies material gas on the surface of a substrate in the form where the following patent reference is made to overcome a sink and bank material towards the peripheral face of the bank material arranged in the material gas from a gas inlet around the susceptor which supports a substrate is indicated. The main point of this approach will distribute material gas by applying a material gas style to the peripheral face of bank material, and will cancel the nonuniformity of a flow rate.

[0005]

[Patent reference 1] JP,7-193015,A [0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] however, the above-mentioned configuration -- with -- **** -- even if it carries out, the effectiveness which homogeneity is made to distribute material gas and cancels flow rate nonuniformity is inadequate, and it is becoming impossible to desire an epitaxial wafer which is further excellent in surface smoothness

[0007] The technical problem of this invention is to offer the vapor growth equipment which can secure thickness distribution good with a comparatively simple device, and the manufacture approach of the epitaxial wafer using it.

[0008]

[Means for Solving the Problem and its Function and Effect] The material gas used for vapor phase epitaxial

growth is drawn in a reaction container from a gas inlet. It is thought that its directivity is strong since material gas is comparatively heavy, and it is one factor to which this invites flow rate nonuniformity. Paying attention to the point, when this invention person etc. is the front point, makes the flow of gas produce much more big turbulence and gas constituents were positively distributed rather than it arrived at the top face of a wafer, he discovers that flow rate nonuniformity is cancelable and came to complete this invention. In order to solve a technical problem namely, the vapor growth equipment of this invention It is vapor growth equipment to which the main front face of a silicon single crystal substrate is made to carry out vapor growth of the silicon single crystal thin film. It has the body of a reaction container with which the gas inlet was formed in the first edge side which can be set horizontally, and gas exhaust was similarly formed in the second edge side. The material gas for silicon single crystal thin film formation is introduced in the body of a reaction container from a gas inlet. After material gas flows in the building envelope of this body of a reaction container along the main front face of the silicon single crystal substrate by which rotation maintenance is carried out at an abbreviation horizontal, While a silicon single crystal substrate is arranged on the disc-like susceptor by which is constituted so that it may be discharged from gas exhaust, and a rotation drive is carried out in a building envelope and surrounding a susceptor Bank material is arranged in the physical relationship whose top face corresponds with the top face of this susceptor. Opening of the gas inlet is carried out in the form which counters the peripheral face of bank material. Furthermore, the material gas from this gas inlet In the vapor growth equipment constituted so that it might flow along the main front face of the silicon single crystal substrate on a susceptor after running aground to a top-face side in the gas acceptance field formed in bank material In a gas acceptance field, it is characterized by forming gas random **** which has the wall from which the height to the top face of bank material changes gradually as it progresses to the flow direction downstream of material gas.

[0009] Moreover, the manufacture approach of the epitaxial wafer of this invention is characterized by obtaining an epitaxial wafer by arranging a silicon single crystal substrate in the reaction container of above vapor growth equipment, circulating material gas in this reaction container, and carrying out vapor phase epitaxial growth of the silicon single crystal thin film on a silicon single crystal substrate.

[0010] As the vapor growth equipment of this invention encloses the susceptor which carries out rotation maintenance of the wafer, bank material is prepared, and it is made for the material gas led to the gas acceptance field formed in the bank material in a reaction container from a gas inlet to hit. And in order to promote distribution of material gas, gas random **** which has the wall from which height changes gradually is formed in the gas acceptance field as it progresses to a flow direction downstream [of material gas], i.e., exhaust port, side. The material gas which has flowed from a gas inlet is rebounded by the reverse sense as the wall of these plurality be alike, respectively by the time it runs aground on the top face of bank material. Since material gas flows one after another, although it is rebounded by the wall, it is pushed up from back, and flows toward an exhaust-port side. However, since the wall is awaiting again also after having risen one wall, an operation of recoil is received also in there. Thus, in gas random ****, there is an operation which makes material gas produce a turbulent flow. Therefore, also after material gas runs aground on the top face of bank material, it is easy to distribute it to homogeneity on the whole wafer front face. If gas can be passed to homogeneity to the front face of a wafer, the good single crystal thin film of thickness distribution can be obtained.

[0011] in addition, bank material arranges in the physical relationship whose "top face corresponds with the top face of a susceptor -- having -- " -- it does not necessarily mean that the top face of bank material and the top face of a susceptor are completely in agreement, for example, the difference in the location to about 2mm is in agreement -- it is rich and makes.

[0012]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on an attached drawing. Drawing 1 - drawing 4 show typically an example of the vapor growth equipment 1 concerning this invention. Drawing 1 R> 1 is the side-face sectional view and a decomposition perspective view which the enlarged drawing near the material gas induction of drawing 1 and drawing 3 cut the top view of the vapor growth equipment 1 of drawing 1 , and drawing 4 cuts a part of important section of the vapor growth equipment 1 of drawing 1 , lacks drawing 2 , and is shown. This vapor growth equipment 1 has the body 2 of a reaction container with which the gas inlet 21 was formed in the first edge 31 side which can be set horizontally, and gas exhaust 36 was similarly formed in the second edge 32 side, as shown in drawing 1 . Material gas G for thin film formation is introduced in the body 2 of a reaction container from a gas inlet 21, and after flowing along the direction along the main front face of the substrate W by which rotation maintenance is carried out in the building envelope 5 of this body 2 of a reaction container at an

abbreviation horizontal, it is constituted so that it may be discharged through an exhaust pipe 7 from gas exhaust 36.

[0013] On the above-mentioned substrate W, material gas G is for carrying out vapor growth of the silicon single crystal thin film, and is chosen from the silicon compounds of SiHCl_3 , SiCl_4 , SiH_2Cl_2 , and SiH_4 grade. B_2H_6 or PH_3 as DOPANDOGASU, H_2 , N_2 , Ar as dilution gas, etc. are suitably blended with material gas G. Moreover, in case substrate pretreatment (for example, removal processing of the natural oxidation film and the adhesion organic substance) is performed in advance of vapor growth processing of a thin film, the gas for pretreatment which diluted with dilution gas the corrosive gas suitably chosen from HCl , HF , ClF_3 , and NF_3 grade is supplied in the body 2 of a reaction container, or elevated-temperature heat treatment is performed in H_2 ambient atmosphere.

[0014] As shown in drawing 1, the disc-like susceptor 12 by which a rotation drive is carried out by the motor 13 around the perpendicular axis of rotation O is arranged, and one substrate W for manufacturing a silicon epitaxial wafer in spot facing 12b formed in the top face is arranged in the building envelope 5 of the body 2 of a reaction container. That is, this vapor growth equipment 1 is constituted as single-wafer-processing vapor growth equipment. The diameter of Substrate W is 100mm or a thing beyond it. Moreover, corresponding to the arrangement field of Substrate W, the infrared-heating lamp 11 for substrate heating is arranged at intervals of predetermined at the upper and lower sides of the body 2 of a container.

[0015] As shown in drawing 6, depth d of spot facing 12b is good to adjust greatly (for example, 200 thru/or about 400 micrometers) a little rather than thickness d' of the substrate W arranged at a susceptor 12.

[0016] In the building envelope 5, the bank material 23 is arranged so that a susceptor 12 may be surrounded, as shown in drawing 3. As shown in drawing 2, the bank material 23 is arranged in the physical relationship in which the top-face 23a carries out abbreviation coincidence with top-face 12a (as a result, the main front face of Substrate W) of a susceptor 12. As shown in drawing 1, opening of the gas inlet 21 is carried out in the form which counters peripheral face 23b of the bank material 23, and material gas G from this gas inlet 21 flows along the main front face of the substrate W on a susceptor 12, after running aground to the top-face 23a side in the gas acceptance field 60 formed in the bank material 23, as shown in drawing 4. Top-face 12a of the susceptor 12 which the preheating ring 22 for soaks formed in tabular is arranged along the inner circumference edge of the bank material 23, and is arranged at the inside is top-face 22a (refer to drawing 2) of this preheating ring 22, and abbreviation same Men.

[0017] Gas random **** 8 which has the walls 9, 9, and 23b from which the height to top-face 23a of the bank material 23 changes gradually is formed in the gas acceptance field 60 shown in drawing 3 -5 as it progresses to a flow direction downstream [of material gas G] 36, i.e., exhaust port, side (refer to drawing 2). Peripheral face 23b of the bank material 23 is used also [b / a part of / which gas random **** 8 has / wall 23]. Material gas G which has flowed from a gas inlet 21 results in top-face 23a of the bank material 23, the walls 9, 9, and 23b of these two or more stages be alike, respectively being rebounded by the reverse sense. Since Walls 9, 9, and 23b are established over two or more steps, its effectiveness that this makes the flow of material gas G produce turbulence rather than the case of only one step 23, i.e., bank material, of peripheral face 23b is high. Therefore, material gas G flows to up to Substrate W, distributing one layer of nearby to the side, after reaching top-face 23a of the bank material 23.

[0018] As shown in the important section enlarged drawing of drawing 2, a stairway configuration is suitably employable as a configuration of gas random **** 8. If a stairway configuration is adopted, material gas G will tend to adjust the balance of the operation rebounded to the opposite side of a flow direction, and the operation which is going to progress to an exhaust-port 36 side by few design changes. That is, it is easy to disturb the flow of material gas G. Gas random **** 8 may be formed in the bank material 23 and one, and may be formed in removable another object.

[0019] As shown in drawing 1, let the imagination center line along the flow direction of material gas G which intersects perpendicularly with the axis of rotation O of a susceptor 12 from the first edge 31 of the body 2 of a reaction container, and reaches the second edge 32 be a horizontal center line HSL in vapor growth equipment 1. And the direction which intersects perpendicularly with the both sides of a horizontal center line HSL and the axis of rotation O of a susceptor 12 is defined as the cross direction WL.

[0020] Gas random **** 8 is formed in concave hold section 23k formed in the form which cuts and lacks the top-face 23b side periphery edge of the bank material 23 in a hoop direction by arranging the stair-like quartz member 10 removable, as are shown in drawing 5 (a), and shown in drawing 5 (b). Hold section 23k is constituted by a part of peripheral face 23b of the bank material 23, and gas installation side 23c, and can be formed in the shape of [reflecting the configuration of a susceptor 12] radii. And if the stair-like quartz member 10 which should be arranged there is similarly produced in the shape of radii, since it fits in that

there is no clearance in hold section 23k and can position with a sufficient precision, it is convenient. However, this does not deny the gestalt which forms a clearance positively so that it may mention later. Moreover, in quartz member 10 independent one, the L character configuration is made in the cross section containing a horizontal center line HSL and the axis of rotation O of a susceptor 12. Since it is difficult to process a configuration complicated in processing a quartz ingredient in the shape of radii, considering as simple a configuration as possible is desirable.

[0021] Drawing 7 (a) is gas random **** 8 shown in drawing 5 from drawing 1, and drawing 7 (b) - (d) is the cross section showing another gestalt applicable as gas random **** 8. First, drawing 7 R> 7 (b) is the example by which quartz member 10b of a stairway configuration which carried out the predetermined include-angle inclination of the walls 9 and 9 has been arranged, and gas random **** 8 was formed in the improvement style side in a way to which material gas G flows. According to this gestalt, the operation which rebounds material gas G to the flowing improvement style side in a way is larger than the gestalt shown in drawing 7 (a), and it is easy to produce a turbulent flow. Next, drawing 7 (c) is the example whose invasion made 23n of slots formed in the bank material 23 carry out fitting of the tabular quartz member 10c, fixed, and material gas G enabled at each ** of Walls 9, 9, and 23b. How depending on which material gas G flows becomes complicated, and this gestalt is also easy to produce a turbulent flow. Moreover, drawing 7 (d) arranges two or more block material 10made from quartz d intermittently to the hoop direction of the bank material 23, and aims at the operation which disturbs the flow of gas. It is good to adjust the number suitably as the number of the walls 9, 9, and 23b acting as the failure of material gas G, so that effectiveness may become high most.

[0022] Moreover, as shown in the perspective view of drawing 8 (a), and the sectional view of drawing 8 (b), gas random **** 8 may be formed as a thing containing the heights 14 which are separated from wall 23b (the peripheral face of the bank material 23 is included) which adjoins top-face 23a of the bank material 23 about the flow direction of material gas G. In the viewpoint of making it Opening SA generated between heights 14 and wall 23b, it is similar to the gestalt of drawing 7 (c), and the operation which disturbs the flow of material gas G can be expected. Moreover, although drawing 8 (b) shows a cross section parallel to a horizontal center line HSL and the axis of rotation O of a susceptor 12, when heights 14 present the shape of a rectangle in this cross section, the width of face of the opening SA in the flow direction of material gas G will have the predetermined distance D. About this predetermined distance D, it can adjust suitably, for example, you may make it differ by right and left of a horizontal center line HSL.

[0023] The above heights 14 can be formed in the bank material 23, one, or another object. The latter is adopted in the gestalt shown in drawing 8. As mentioned above, hold section 23k concave in the form which cuts and lacks the top-face side periphery edge of the bank material 23 in a hoop direction is specifically formed, block material 10made from quartz e can be arranged to this hold section 23k removable, and heights 14 can be formed in it. If it does in this way, the configuration of heights 14 can be adjusted easily. Therefore, optimization of the thickness distribution (thickness distribution) of an epitaxial layer (silicon single crystal thin film) can also be performed easily. In addition, although it is desirable to have the configuration which curved so that the bank material 23 might be met as for block material 10made from quartz e, a square shape-like thing may be simply used for it. Moreover, block material 10made from quartz e is arranged so that it may become symmetrical about a horizontal center line HSL (refer to drawing 3), or so that it may become unsymmetrical.

[0024] Moreover, as shown in drawing 9, block material 10made from quartz e can also be arranged so that the peripheral face of the bank material 23 may be touched, and gas random **** 8 which has a stairway configuration will be formed in this case.

[0025] Now, as shown in drawing 3 -5, the bank material side dashboards 35R and 35L which divide the flow of material gas G into peripheral face 23b of the bank material 23 with two or more [in the cross direction WL] in the form distributed to bilateral symmetry to the horizontal center line HSL are arranged. And gas random **** 8 is formed only about the gas acceptance field 60 containing a horizontal center line HSL about the gas acceptance field 60 used as the form divided by these bank material side dashboards 35R and 35L. Concave hold section 23k which constitutes the gas acceptance field 60 is divided with this operation gestalt into three places of the cross direction WL by arranging the bank material side dashboards 35R and 35L.

[0026] The gas acceptance field 60 has the composition that do not form gas random **** 8, but the whole is presenting the shape of a stairway, already disturbs flow, and ** also distributes material gas G so that drawing 5 (a) may show. However, material gas G which flows near the horizontal center line HSL has the invasion include angle of material gas G to the gas acceptance field 60 close to a right angle. Therefore, it is

in the inclination to be hard to be scattered crosswise [WL], after running aground to top-face 23a of the bank material 23 compared with the location distant from the horizontal center line HSL. Then, if material gas G is made to produce still stronger turbulence only in the gas acceptance field 60 containing a horizontal center line HSL, also after reaching top-face 23a of the bank material 23, it will become easy to distribute also crosswise [WL]. When gas random **** 8 is formed also in the gas acceptance field 60 of both the sides that do not contain a horizontal center line HSL and generation of a turbulent flow is urged, there is a possibility that it may be set off against gas random ***** in the central gas acceptance field 60. Therefore, it is good only about the gas acceptance field 60 containing a horizontal center line HSL to form gas random **** 8.

[0027] Moreover, the height of the stair-like quartz member 10 is good to adjust to about [of the height from gas acceptance side 23c by which the upper limit was formed in the bank material 23, and middle with top-face 23a thru/or gas acceptance side 23c to top-face 23a] 2/3. If the level difference of each becomes not much small too much, since the operation which rebounds material gas G to the opposite side will become small, it is good to adjust suitably.

[0028] Next, as shown in drawing 3 and drawing 4, the interior material 24R and 24L of a gas proposal which turns and leads material gas G from a gas inlet 21 to the gas acceptance field 60 is arranged between a gas inlet 21 and the bank material 23 in the form distributed to right and left to the horizontal center line HSL in the cross direction WL. The interior material side dashboards 34R and 34L of a gas proposal with which the flow of material gas G is divided in the cross direction WL are arranged at each of gas guidance space 24S formed inside the interior material 24R and 24L of a gas proposal so that it may extend toward the gas acceptance field 60 of the bank material 23 respectively. And the interior material side dashboards 34R and 34L of the gas proposal and the bank material side dashboards 35R and 35L serve as a form arranged in the same side of a virtual flat surface perpendicular to a horizontal center line HSL, parallel, and the cross direction WL, respectively.

[0029] If it will set by the time it results [from a gas inlet 21] in the bank material 23 and the flow of material gas G is divided in the cross direction WL as described above, the fault of the rate of flow becoming quick locally, or becoming late can be prevented. And in case material gas G passes the bank material 23, it receives a strong distributed operation by gas random **** 8.

[0030] The interior material 24 of a gas proposal is cylinder part material made from a quartz which has the oblong-like cross section which carries out opening to the gas inlet 21 and bank material 23 side, respectively. The interior material side dashboards 34R and 34L of a gas proposal It is inserted by top-face plate 24a and inferior-surface-of-tongue plate 24b which have been arranged mutually at abbreviation parallel, and is arranged in the form where an own upper limit side and an own lower limit side are welded respectively, or the form by which point support is carried out. It can respond easily by exchange of the interior material 24 of a gas proposal by arranging the interior material 24 of a gas proposal with which the interior material side dashboards 34R and 34L of a gas proposal were united removable to the body 2 of a reaction container to change the location of the interior material side dashboards 34R and 34L of a gas proposal. Moreover, in the cross direction WL, the spacer 33 for positioning is formed in one to the body section 2 of a container between the interior material 24R and 24L of a gas proposal on either side. The spacer for this positioning can also be regarded as functioning as a kind of diaphragm.

[0031] As shown in drawing 3, corresponding to the individual exception, gas inlets 21A and 21B are formed in each of right-hand side interior material side dashboard of gas proposal 34R, and left-hand side interior material side dashboard of gas proposal 34L. Specifically, material gas G is led to the building envelope 5 of the body 2 of a reaction container from each gas inlets 21A and 21B through gas piping 50. Gas piping 50 branches for the inside piping 53 which supplies gas to the inside field in the cross direction WL, and the outside piping 51 which similarly supplies gas to an outside field, and enables it to control the flow rate of material gas G by this operation gestalt independently with massflow controllers (MFC) 52 and 54 respectively. Here, a hand valve may be used instead of MFC 52 and 54. Moreover, the inside piping 53 and the outside piping 51 are further divided into branch lines 56 and 56 and branch lines 55 and 55, respectively, and are carrying out opening of the inside gas inlets 21A and 21A and the outside gas inlets 21B and 21B to both sides to the horizontal center line HSL, respectively.

[0032] Moreover, as shown in drawing 1, the body 2 of a reaction container consists of lower housing 3 and upper housing 4, and the bank material 23 is arranged along with the inner skin of lower housing 3. As shown in drawing 2 R> 2, gas installation side 23c is formed in the bank material 23 in the form which adjoins the wall 9 of gas random **** 8. This gas installation side 23c has a form which carries out abbreviation coincidence at extension of the inside of inferior-surface-of-tongue plate 24b of the interior

material 24 of a gas proposal, and plays the role which leads a gas stream to the bank material 23 side smoothly. In addition, it has the step which has first page 4a which counters top-face 23a of the bank material 23, peripheral face 23b of the bank material 23 and parallel second page 4b, and third page 4c which counters gas installation side 23c in upper housing 4, and the crank-like gas passageway is formed between the bank material 23.

[0033] Moreover, as shown in drawing 3, the distributor 26 is arranged between gas inlets 21A and 21B and the interior material 24R and 24L of a gas proposal. As shown in drawing 4, the distributor 26 is formed in the horizontal length corresponding to opening of the interior material 24R and 24L of a gas proposal, and two or more gas circulation hole 26a at predetermined spacing is formed along with the longitudinal direction. In addition, gas circulation hole 26a is formed in the interior material side dashboards 34R and 34L of a gas proposal, and the location in which it does not interfere. On the other hand, as shown in drawing 3, between the bank material 23 and gas exhaust 36, the interior material 25 of a discharge side gas proposal is arranged.

[0034] Moreover, optimization of epitaxial layer thickness distribution becomes still easier by combining with forming gas random **** 8, and carrying out adjustment by the side of a susceptor 12. As shown in the sectional view of drawing 10, specifically, the susceptor 12 in which spot facing 12b which has the wafer taking-a-seat side 121 to which it inclined up toward the outside was formed can be used suitably. The above-mentioned wafer taking-a-seat side 121 is formed as a part following the spot facing inner skin 122 including the spot facing inner skin 122 which spot facing 12b adjoined at right angles to top-face 12a of a susceptor 12. In the field in which the wafer taking-a-seat side 121 is formed, spot facing 12b grinds and shows a bowl configuration. In case Substrate W is set on a susceptor 12, since migration to the horizontal direction of Wafer W is inhibited by the inclination of the wafer taking-a-seat side 121, location gap of Wafer W arises in vapor growth, and ***** extent becomes small about effect by it at epitaxial layer thickness distribution. Moreover, when saying about the depth of spot facing 12b and Wafer W is laid, it is desirable to adjust so that the top face of Wafer W may be located a little in a vertical lower part rather than top-face 12a of a susceptor 12.

[0035] Hereafter, an operation of the above-mentioned vapor growth equipment 1 is explained. As shown in drawing 1 - drawing 4, after setting Substrate W on a susceptor 12 and pretreating natural oxidation film removal etc. if needed, it heats to predetermined reaction temperature with the infrared-heating lamp 11, rotating Substrate W. In the condition, material gas is introduced by the predetermined rate of flow from each gas inlets 21A and 21B.

[0036] It is divided into the inside gas stream G1 which passes along a distributor 26 and passes along between the interior material side dashboards 34R and 34L of a gas proposal, and the outside gas stream G2 which similarly passes along an outside, and material gas flows toward the gas acceptance field 60 further formed in the bank material 23. The gas streams G1 and G2 which hit the gas acceptance field 60 run aground to top-face 23a of the bank material 23, flow along the main front face of Substrate W, and are collected and discharged by the exhaust pipe 7 through the interior material 25 of a discharge side gas proposal.

[0037] For example, if the case where the gas acceptance field 60 has only become cylinder side-like is considered as shown in drawing 11 (c), the outside gas stream G2 will serve as a form which escapes outside in the field to which the edge in the cross direction WL is large, and it inclined. On the other hand, the inclination which is going to go straight on from that the inside gas stream G1 hits peripheral face 23b with the gestalt near a right angle in the location which is not strong as for so much the inclination near [in the cross direction WL] a center, and the recess to an outside being controlled by the interior material side dashboards 34R and 34L of a gas proposal and the bank material side dashboards 35R and 35L becomes strong. Consequently, near the edge of the right and left which the gas by which the first high flow rate section H1 escaped in the longitudinal direction in the field between the interior material side dashboards 34R and 34L of a gas proposal with the powerful rectilinear-propagation inclination of gas concentrates on distribution in the cross direction WL of a quantity of gas flow as show in drawing 11 (b), the second high flow rate section H2 appears, and the trough-like low flow rate section L1 appears at the section-between them. Moreover, since flow rate distribution serves as bilateral symmetry mostly about a horizontal center line HSL In the main front-face top of the substrate which rotates to the circumference of Axis O in the right-hand side high flow rate sections H1 and H2 and the right-hand side low flow rate section L1 The left-hand side high flow rate sections H1 and H2 and the left-hand side low flow rate section L1 will lap, and in epitaxial layer thickness distribution formed, as shown in drawing 11 (a), the big nonuniformity corresponding to quantity-of-gas-flow distribution will occur.

[0038] However, the material gas G1 which flows near datum-line HSL (i.e., near a center) can be distributed positively, keeping the vapor growth equipment 1 of this operation gestalt being the same as that of what shows the outline configuration of the bank material 23 to drawing 11 (c), and abbreviation by forming stair-like gas random **** 8 in the gas acceptance field 60 (refer to drawing 12 (c)). Consequently, the fault that the low flow rate section L1 arises is canceled effectively, and it can consider as a more uniform thing as shows the epitaxial layer thickness distribution which can realize an almost uniform quantity of gas flow to the building envelope 5 whole of the body 2 of a reaction container, and is formed in it as shown in drawing 12 (b) to drawing 12 (a).

[0039] As mentioned above, although the operation gestalt of the vapor growth equipment of this invention was explained, this invention is not limited to the above-mentioned operation gestalt, and can add various deformation in the range which does not deviate from the concept indicated to the claim.

[0040]

[Example] (Example 1) It has arranged in the vapor growth equipment 1 which shows the silicon single crystal substrate W with a diameter of 200mm produced by the CZ process in drawing 1 - drawing 4, and drawing 1212 (c). On the other hand, the vapor growth equipment which only made the gas acceptance field 60 of the bank material 23 the shape of a cylinder side as shown in drawing 11 R> 1 (c) also prepared as an example of a comparison, and the silicon single crystal substrate W has been arranged similarly. And it examined in the following procedure.

[0041] First, after it energized on the infrared-heating lamp 11 (refer to drawing 1) and the temperature of Substrate W became 1100 degrees C, the natural oxidation film of a substrate W front face was removed. Then, the hydrogen gas which contains trichlorosilane gas as material gas from inside gas inlet 21A and outside gas inlet 21B, holding the temperature of Substrate W at 1100 degrees C was supplied in the reaction container, and vapor phase epitaxial growth of the silicon single crystal thin film was carried out on Substrate W. In addition, the sum total supply flow rate of the material gas of inside gas inlet 21A and outside gas inlet 21B was fixed to a part for 50l./with the value in reference condition. moreover, various feeder current quantitative ratios of inside gas inlet 21A and outside gas inlet 21B are alike, change, they grow a silicon single crystal thin film, and chose that from which thickness distribution becomes the optimal. In addition, the silicon single crystal thin film was grown up, acting as the monitor of the thickness for the purpose of 6 micrometers in thickness.

[0042] And the thickness distribution profile of the diameter direction of the obtained substrate with a thin film, i.e., a silicon epitaxial wafer, was measured by the FT-IR method, and it plotted in the graph. A measurement result is shown in drawing 13. That is, when the equipment of this invention is used, when the equipment of the example of a comparison is used, the fluctuation of thickness of (a) is smaller than (b), and it is understood that uniform distribution is acquired at a glance.

[0043] Moreover, about the maximum thickness value of the diameter direction of a silicon single crystal thin film, t_{max} and when the minimum thickness value of the diameter direction was similarly set to t_{min} , the difference ($t_{max}-t_{min}$) was 0.04 micrometers at the result obtained using the equipment of this invention. ($t_{max}-t_{min}$) was 0.13 micrometers when the equipment of the example of a comparison was used to it. However, since the size of these values was dependent on the total thickness of a silicon single crystal thin film, the value calculated, the rate to ($t_{max}+t_{min}$), i.e., $100 \times (t_{max}-t_{min}) / (t_{max}+t_{min})$, of ($t_{max}-t_{min}$), was calculated as a standard of thickness distribution of a silicon single crystal thin film.

[0044] Consequently, the value 0.34 was acquired about the measurement result (drawing 13 (a)) obtained using the equipment of this invention. It was the value [result / (drawing 13 (b)) / which was obtained to it using the equipment of the example of a comparison / measurement] 1.07. Thus, by using the vapor growth equipment 1 of this invention, thickness adjustment of a silicon single crystal thin film can be performed so that the value defined by $100 \times (t_{max}-t_{min}) / (t_{max}+t_{min})$ may become 0.4 or less.

[0045] (Example 2) Using the vapor growth equipment of this invention with which gas random **** 8 shown in drawing 8 was formed, on the silicon single crystal substrate, vapor phase epitaxial growth of the silicon single crystal thin film was carried out, and the silicon epitaxial wafer was produced by the same technique as an example 1. As block material 10 made from quartz e, using that whose size was adjusted to the depth of 10mm (flow direction of material gas), width of face of 35mm (cross direction WL), and height of 3.5mm, this has been arranged so that it may become bilateral symmetry about a horizontal center line HSL. Moreover, the distance D from peripheral face 23b of the bank material 23 to block material 10 made from quartz e was set as 5mm. In order to carry out comparison examination with this, the silicon epitaxial wafer was produced on these conditions using the conventional equipment which only made the gas acceptance field 60 of withdrawal 23, i.e., bank material, the shape of a cylinder side for block material

10made from quartz e as shown in drawing 11 (c). And the thickness distribution profile of the diameter direction of these silicon epitaxial wafers was measured by the FT-IR method, and it plotted in the graph. A measurement result is shown in drawing 14 .

[0046] The epitaxial wafer which produced drawing 14 (a) with the equipment of this invention, and drawing 14 (b) show epitaxial layer thickness distribution about the epitaxial wafer produced with the conventional equipment which is not improved, respectively. The big wave of the wafer core observed with the epitaxial wafer produced with the conventional equipment with which the epitaxial wafer produced with the equipment of this invention is not improved has disappeared. That is, the thickness distribution from the core of a wafer when setting the radius of an epitaxial wafer to r to the location of $r/2$ has been improved sharply.

[0047] (Example 3) Gas random **** 8 shown in drawing 9 was formed, and further, using the vapor growth equipment of this invention improved like drawing 10 , on the silicon single crystal substrate, spot facing 12b of a susceptor 12 carried out vapor phase epitaxial growth of the silicon single crystal thin film, and produced the silicon epitaxial wafer by the same technique as an example 1. As block material 10made from quartz e, this has been arranged in contact with peripheral face 23b of bilateral symmetry and the bank material 23 about a horizontal center line HSL using that whose size was adjusted to the depth of 10mm (flow direction of material gas), width of face of 35mm (cross direction WL), and height of 3.5mm. In addition, configuration adjustment of the block material 10made from quartz e has been carried out so that peripheral face 23b of the bank material 23 may be met. In order to perform comparison examination with this, block material 10made from quartz e was removed, and the silicon epitaxial wafer was produced on these conditions using the conventional equipment adjusted to the gestalt which has uniform depth d for spot facing 12b of a susceptor 12 as shown in drawing 6 . And the thickness distribution profile of the diameter direction of these silicon epitaxial wafers was measured by the FT-IR method, and it plotted in the graph. A measurement result is shown in drawing 15 R> 5.

[0048] The epitaxial wafer which produced drawing 15 (a) with the equipment of this invention, and drawing 15 (b) show epitaxial layer thickness distribution about the epitaxial wafer produced with the conventional equipment which is not improved, respectively. The epitaxial wafer produced with the equipment of this invention brought a result which both jumping in the wave of a wafer core and the wafer periphery section presents a small profile compared with the epitaxial wafer produced with the conventional equipment which is not improved. This result shows that it is possible to improve epitaxial layer thickness distribution by combining configuration adjustment of gas random **** 8, and configuration adjustment of spot facing 12b of a susceptor 12.

[Translation done.]

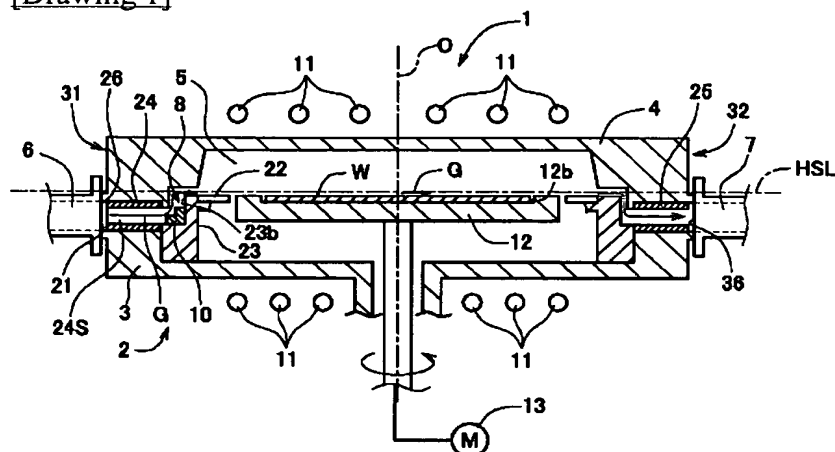
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

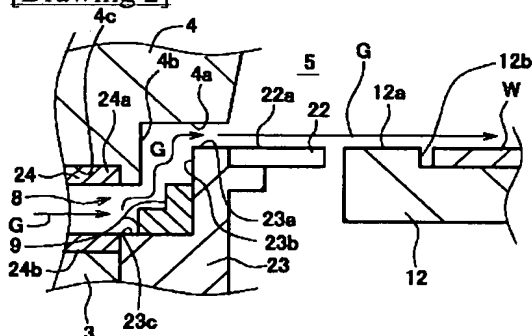
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

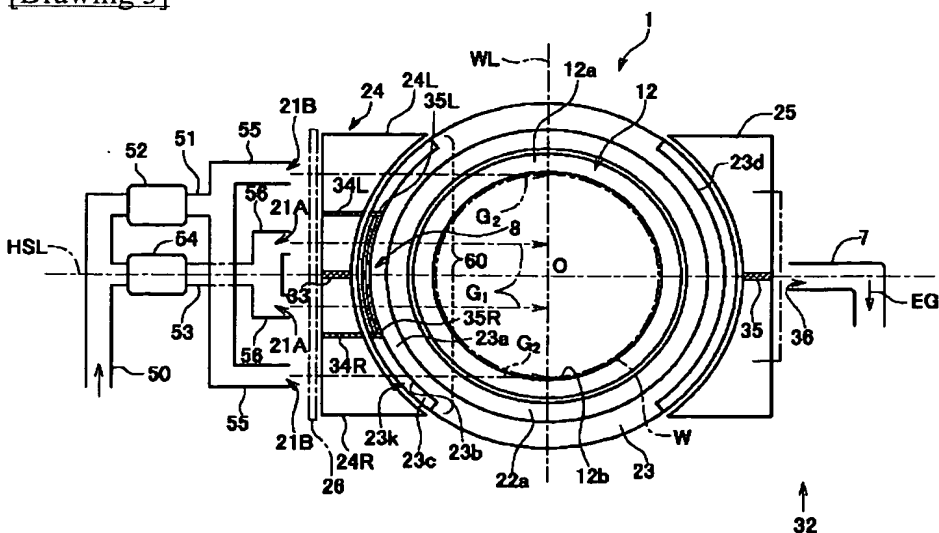
[Drawing 1]



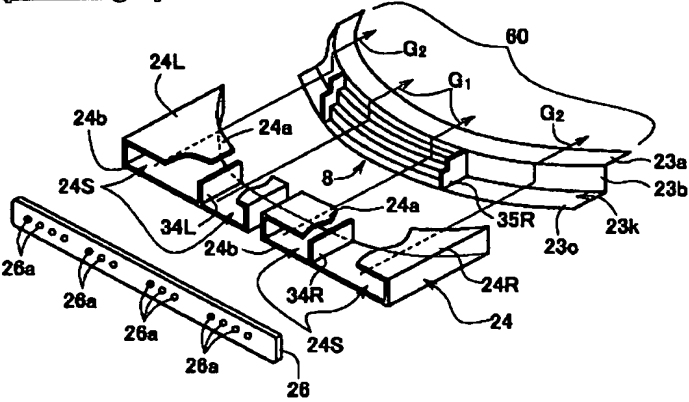
[Drawing 2]



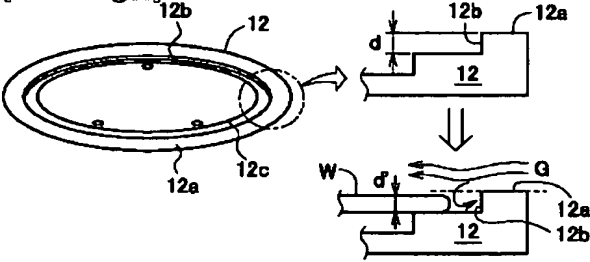
[Drawing 3]



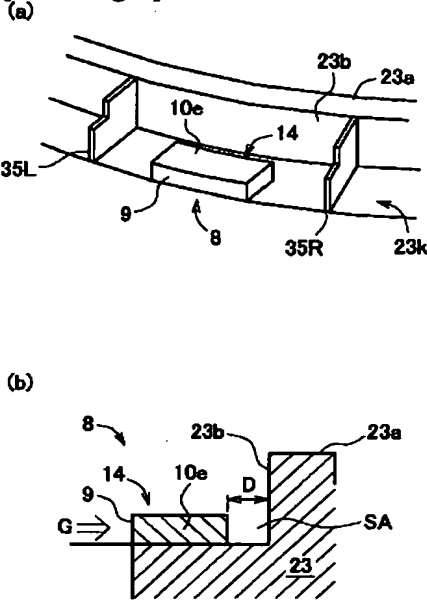
[Drawing 4]



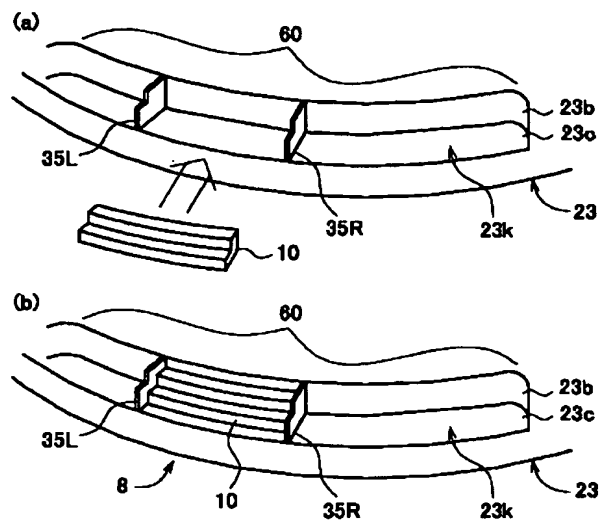
[Drawing 6]



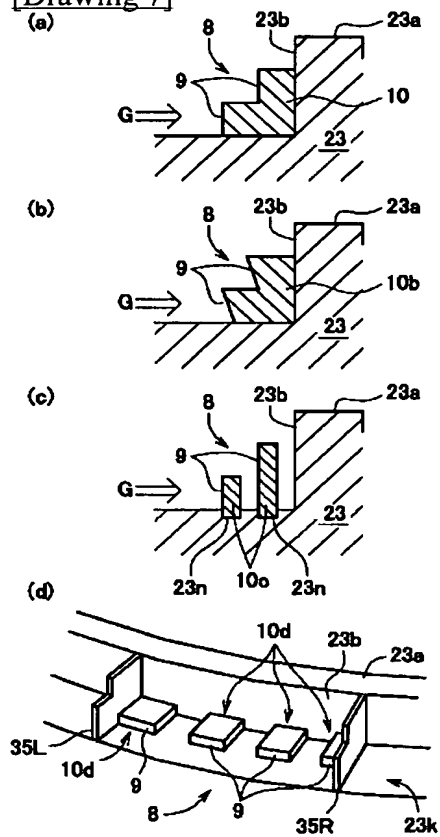
[Drawing 8]



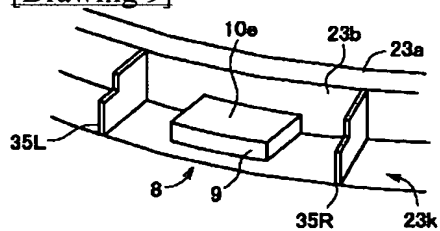
[Drawing 5]



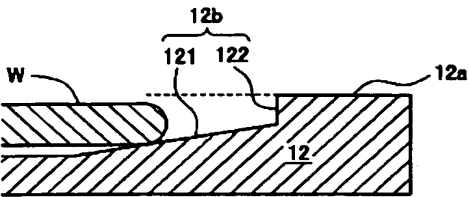
[Drawing 7]



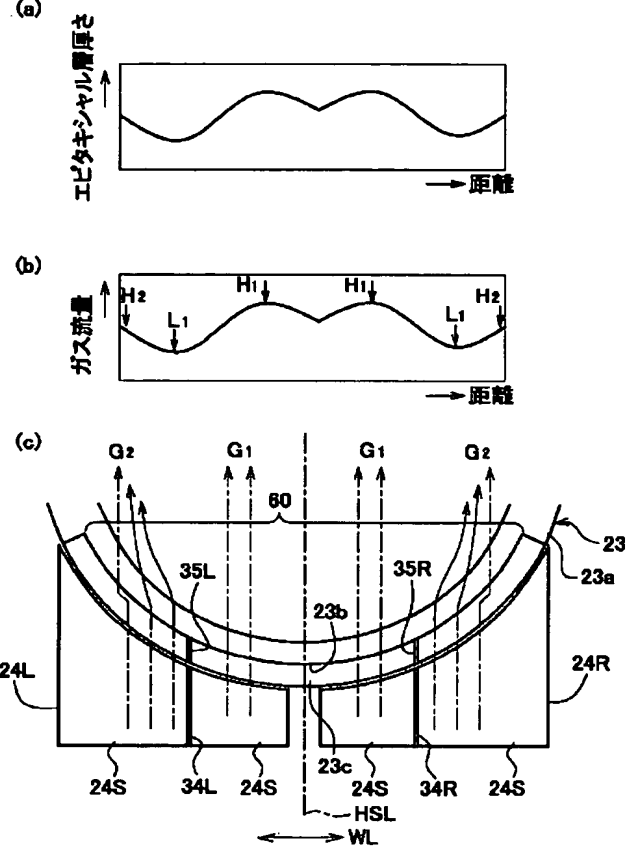
[Drawing 9]



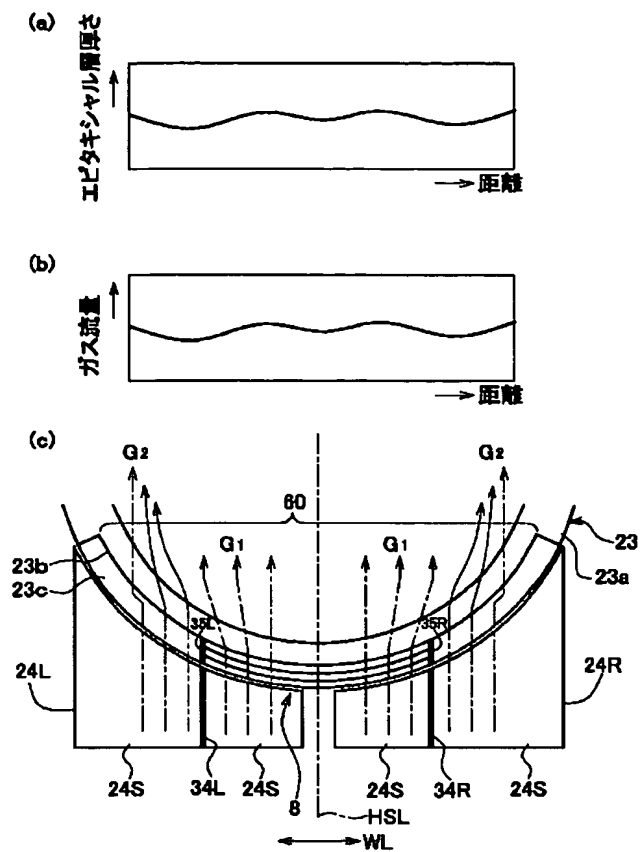
[Drawing 10]



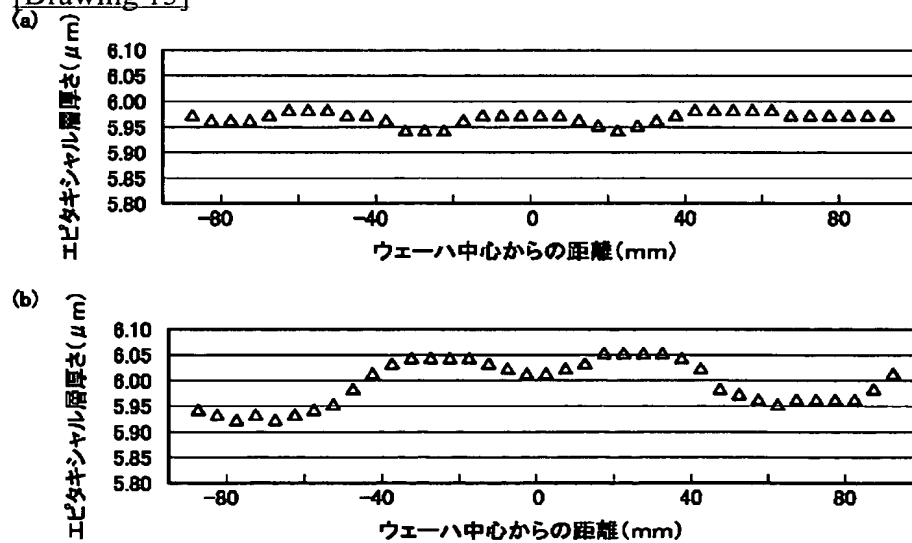
[Drawing 11]



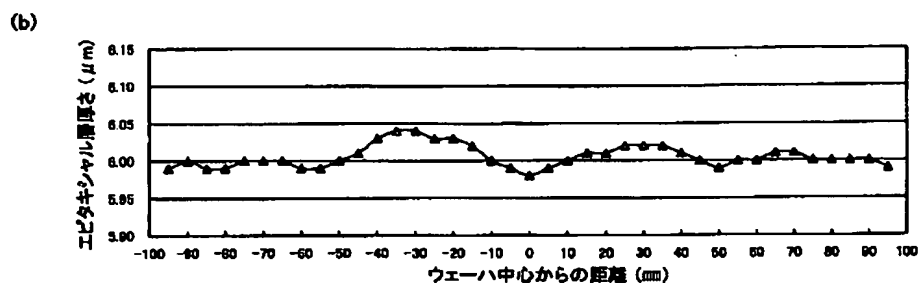
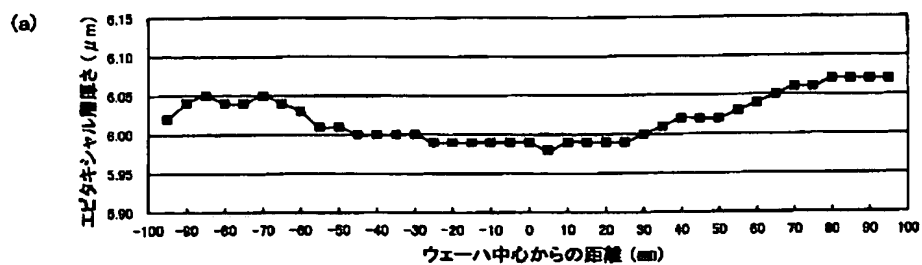
[Drawing 12]



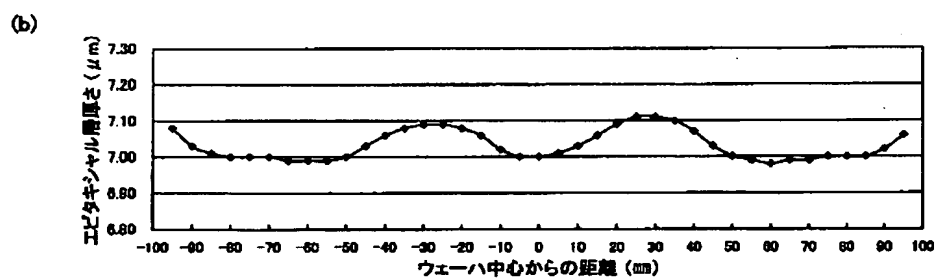
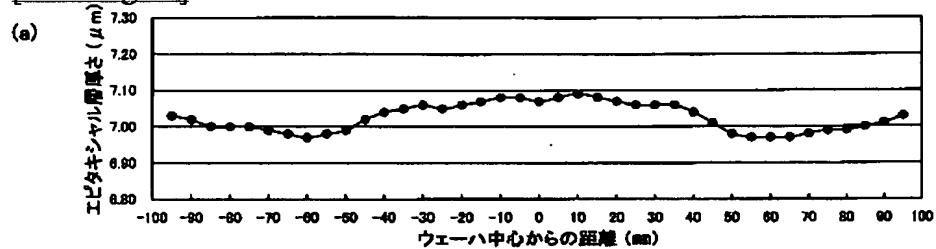
[Drawing 13]



[Drawing 14]



[Drawing 15]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-203866

(P2003-203866A)

(43) 公開日 平成15年7月18日 (2003.7.18)

(51) Int.Cl.

H 0 1 L 21/205

識別記号

F I

H 0 1 L 21/205

データベース (参考)

5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2002-309766 (P2002-309766)
(22) 出願日 平成14年10月24日 (2002. 10. 24)
(31) 優先権主張番号 特願2001-326881 (P2001-326881)
(32) 優先日 平成13年10月24日 (2001. 10. 24)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000190149
信越半導体株式会社
東京都千代田区丸の内1丁目4番2号
(71) 出願人 591037498
長野電子工業株式会社
長野県更埴市大字屋代1393番地
(72) 発明者 山口 進一
長野県更埴市大字屋代1393番地 長野電子
工業株式会社内
(74) 代理人 100095751
弁理士 菅原 正倫

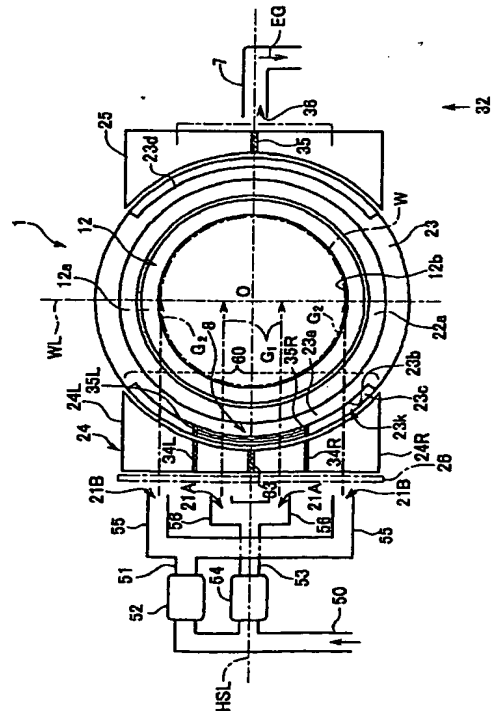
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 気相成長装置およびエピタキシャルウェーハの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 比較的単純な機構によりながら、良好な膜厚分布を確保できる気相成長装置と、それを用いたエピタキシャルウェーハの製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明の気相成長装置1は、枚葉式気相成長装置として構成されている。原料ガスGは、ガス導入口21から反応容器本体2内に導かれる。サセプタ12の周囲には堤部材23が配置されており、ガス導入口21からの原料ガスGは、堤部材23に形成されたガス受入領域60に当たって上面23a側に乗り上げた後、サセプタ12上に載置されたシリコン単結晶基板Wの主表面に沿って流れる仕組みである。ガス受入領域60には、原料ガスGの流れ方向下流側に進むにつれて、堤部材23の上面23aに対する高さが段階的に変化する壁9、9、23bを有するガス乱し部8が形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリコン単結晶基板の主表面にシリコン単結晶薄膜を気相成長させる気相成長装置であって、水平方向における第一端部側にガス導入口が形成され、同じく第二端部側にガス排出口が形成された反応容器本体を有し、シリコン単結晶薄膜形成のための原料ガスが前記ガス導入口から前記反応容器本体内に導入され、該反応容器本体の内部空間にて略水平に回転保持される前記シリコン単結晶基板の前記主表面に沿って前記原料ガスが流れた後、前記ガス排出口から排出されるように構成され、

前記内部空間内にて回転駆動される円盤状のサセプタ上に前記シリコン単結晶基板が配置される一方、前記サセプタを取り囲むとともに、上面が該サセプタの上面と一致する位置関係にて堤部材が配置され、

さらに、前記ガス導入口は前記堤部材の外周面に対向する形にて開口し、該ガス導入口からの前記原料ガスが、前記堤部材に形成されたガス受入領域に当たって上面側に乗り上げた後、前記サセプタ上の前記シリコン単結晶基板の主表面に沿って流れるように構成された気相成長装置において、

前記ガス受入領域には、前記原料ガスの流れ方向下流側に進むにつれて、前記堤部材の上面に対する高さが段階的に変化する壁を有するガス乱し部が形成されていることを特徴とする気相成長装置。

【請求項2】 前記ガス乱し部は階段形状をなすことを特徴とする請求項1記載の気相成長装置。

【請求項3】 前記堤部材の上面側外周縁部を周方向に切り欠く形で凹状の収容部が形成され、該収容部に階段状の石英部材が着脱可能に配置されて前記ガス乱し部が形成されていることを特徴とする請求項1または2記載の気相成長装置。

【請求項4】 前記ガス乱し部は、前記原料ガスの流れ方向に関して前記堤部材の上面に隣接する壁から離れた凸部を含むものとして形成されていることを特徴とする請求項1記載の気相成長装置。

【請求項5】 前記堤部材の上面側外周縁部を周方向に切り欠く形で凹状の収容部が形成され、該収容部に石英製ブロック材が着脱可能に配置されて前記凸部が形成されていることを特徴とする請求項4記載の気相成長装置。

【請求項6】 前記反応容器本体の前記第一端部から前記サセプタの回転軸線と直交して前記第二端部に至る前記原料ガスの流れ方向に沿った仮想的な中心線を水平基準線とし、該水平基準線と前記回転軸線との双方に直交する方向を幅方向と定義したときに、前記堤部材の外周面には、前記水平基準線に対し左右対称に振り分けた形にて、前記原料ガスの流れを前記幅方向における複数個所にて仕切る堤部材側仕切板が配置され、それらによって仕切られた形となる前記ガス受入領

域に関し、前記水平基準線を含む前記ガス受入領域についてのみ、前記ガス乱し部が形成されていることを特徴とする請求項1ないし5のいずれか1項に記載の気相成長装置。

【請求項7】 前記ガス導入口からの前記原料ガスを前記ガス受入領域に向けて導くガス案内部材が、前記幅方向において前記水平基準線に対し左右に振り分けた形にて前記ガス導入口と前記堤部材との間に配置され、前記ガス案内部材の内側に形成されたガス案内空間の各々に前記原料ガスの流れを前記幅方向にて仕切るガス案内部材側仕切板が設けられ、そのガス案内部材側仕切板と前記堤部材側仕切板とが、前記幅方向に垂直な仮想平面の同一面内に配置されていることを特徴とする請求項6記載の気相成長装置。

【請求項8】 前記サセプタには、外側に向かって上方に傾いたウェーハ着座面を有する座ぐりが形成されている請求項1ないし7のいずれか1項に記載の気相成長装置。

【請求項9】 請求項1ないし8のいずれか1項に記載の気相成長装置の前記反応容器内に前記シリコン単結晶基板を配置し、該反応容器内に前記原料ガスを流通させて前記シリコン単結晶基板上に前記シリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させることによりエピタキシャルウェーハを得ることを特徴とするエピタキシャルウェーハの製造方法。

【請求項10】 前記シリコン単結晶薄膜の直径方向の最大膜厚値を t_{max} 、同じく最小膜厚値を t_{min} としたときに、 $100 \times (t_{max} - t_{min}) / (t_{max} + t_{min})$ で定義される値が0.4以下となるように、前記シリコン単結晶薄膜の厚さ調整を行なうことを特徴とする請求項9記載のエピタキシャルウェーハの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、シリコン単結晶基板の主表面にシリコン単結晶薄膜を気相成長させるための気相成長装置と、それを用いて実現されるエピタキシャルウェーハの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】シリコン単結晶基板（以下、単に「基板」と略称する）の主表面に、気相成長法によりシリコン単結晶薄膜（以下、単に「薄膜」と略称する）を形成したシリコンエピタキシャルウェーハは、パイポーラICやMOS-IC等の電子デバイスに広く使用されている。そして、電子デバイスの微細化等に伴い、素子を作りこむエピタキシャルウェーハ主表面のフラットネスに対する要求がますます厳しくなりつつある。フラットネスに影響を及ぼす因子としては、基板の平坦度と薄膜の膜厚分布とがある。ところで、近年、たとえば直径が200mmないしそれ以上のエピタキシャルウェーハの製造においては、複数枚のウェーハをバッチ処理する方法

に代えて、枚葉式気相成長装置が主流になりつつある。これは、反応容器内に1枚の基板を水平に回転保持し、反応容器の一端から他端へ原料ガスを略水平かつ一方

【0003】上記のような枚葉式気相成長装置において、形成される薄膜の膜厚均一化を図る上で重要な因子として、反応容器内における原料ガスの流量あるいは流量分布がある。枚葉式気相成長装置においては、通常、ガス供給管を介して反応容器の一端部に形成されたガス導入口から原料ガスが供給され、基板表面に沿って原料ガスが流れた後、容器他端側の排出口から排出される構造となっている。このような構造の気相成長装置において、流量ムラを減ずるために、従来よりガス導入口の下流側に多数の孔を形成した分散板を設けたり、あるいはガス流を幅方向に仕切る仕切板を設けたりした装置が提案されている。

【0004】また、下記特許文献には、ガス導入口からの原料ガスを、基板を支持するサセプタの周囲に配置された堤部材の外周面に向けて流し、堤部材を乗り越えさせる形で基板の表面に原料ガスを供給する装置の構成が開示されている。この方法の主旨は、原料ガス流を堤部材の外周面に当てることで原料ガスを分散させ、流量のムラを解消しようというものである。

【0005】

【特許文献1】特開平7-193015号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記構成を以ってしても、原料ガスを均一に分散させて流量ムラを解消する効果は不十分であり、より一層平坦性に優れるエピタキシャルウェーハを望めなくなっている。

【0007】本発明の課題は、比較的単純な機構によりながら、良好な膜厚分布を確保できる気相成長装置と、それをを用いたエピタキシャルウェーハの製造方法とを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段および作用・効果】気相エピタキシャル成長に用いられる原料ガスは、ガス導入口から反応容器内に導かれる。原料ガスは比較的重いので指向性が強く、これが流量ムラを招く一要因であると考えられる。本発明者等はその点に着目し、ウェーハの上面に到達するよりも手前のポイントで、ガスの流れに一層大きな乱れを生じさせて、ガス成分を積極的に分散させれば流量ムラを解消できることを発見し、本発明を完成させるに至った。すなわち、課題を解決するために本発明の気相成長装置は、シリコン単結晶基板の主表面にシリコン単結晶薄膜を気相成長させる気相成長装置であって、水平方向における第一端部側にガス導入口が形成され、同じく第二端部側にガス排出口が形成された反応容器本体を有し、シリコン単結晶薄膜形成のための原料

ガスがガス導入口から反応容器本体内に導入され、該反応容器本体の内部空間にて略水平に回転保持されるシリコン単結晶基板の主表面に沿って原料ガスが流れた後、ガス排出口から排出されるように構成され、内部空間内にて回転駆動される円盤状のサセプタ上にシリコン単結晶基板が配置される一方、サセプタを取り囲むとともに、上面が該サセプタの上面と一致する位置関係にて堤部材が配置され、さらに、ガス導入口は堤部材の外周面に対向する形にて開口し、該ガス導入口からの原料ガスが、堤部材に形成されたガス受入領域に当たって上面側に乗り上げた後、サセプタ上のシリコン単結晶基板の主表面に沿って流れるように構成された気相成長装置において、ガス受入領域には、原料ガスの流れ方向下流側に進むにつれて、堤部材の上面に対する高さが段階的に変化する壁を有するガス乱し部が形成されていることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【0009】また、本発明のエピタキシャルウェーハの製造方法は、上記の気相成長装置の反応容器内にシリコン単結晶基板を配置し、該反応容器内に原料ガスを流通させてシリコン単結晶基板上にシリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させることによりエピタキシャルウェーハを得ることを特徴とする。

【0010】本発明の気相成長装置は、ウェーハを回転保持するサセプタを取り囲むようにして堤部材を設け、その堤部材に形成されたガス受入領域に、ガス導入口から反応容器内に導かれる原料ガスが当たるようにしたものである。そして、そのガス受入領域には、原料ガスの分散を促進するために、原料ガスの流れ方向下流側、つまり排気口側に進むにつれて高さが段階的に変化する壁を有するガス乱し部が形成されている。ガス導入口から流れてきた原料ガスは、堤部材の上面に乗り上げるまでに、それら複数の壁のそれぞれによって逆向きに跳ね返される。原料ガスは次々と流れてくるものだから、壁に跳ね返されつつも後ろから押し上げられて、排気口側に向かって流れる。しかし、1つの壁を昇りきったあとにも再び壁が待ち受けているので、そこにおいても跳ね返しの作用を受ける。このように、ガス乱し部においては、原料ガスに乱流を生じさせる作用がある。そのため、原料ガスは、堤部材の上面に乗り上げたあとウェーハ表面全体に均一に分散し易い。ウェーハの表面に対して均一にガスを流すことができれば、膜厚分布の良好な単結晶薄膜を得ることができる。

【0011】なお、「上面がサセプタの上面と一致する位置関係にて堤部材が配置され」とは、堤部材の上面とサセプタの上面とが完全に一致することを必ずしも意味するのではなく、たとえば2mm程度までの位置の違いは一致しているとみなす。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、添付の図面に基づき説明する。図1～図4は、本発明に係

る気相成長装置 1 の一例を模式的に示すものである。図 1 はその側面断面図、図 2 は図 1 の原料ガス導入部付近の拡大図、図 3 は図 1 の気相成長装置 1 の平面図、図 4 は、図 1 の気相成長装置 1 の要部を一部切り欠いて示す分解斜視図である。この気相成長装置 1 は、図 1 に示すように、水平方向における第一端部 3 1 側にガス導入口 2 1 が形成され、同じく第二端部 3 2 側にガス排出口 3 6 が形成された反応容器本体 2 を有する。薄膜形成のための原料ガス G は、ガス導入口 2 1 から反応容器本体 2 内に導入され、該反応容器本体 2 の内部空間 5 にて略水平に回転保持される基板 W の主表面に沿う方向に沿って流れた後、ガス排出口 3 6 から排出管 7 を経て排出されるように構成されている。

【0013】原料ガス G は、上記の基板 W 上にシリコン単結晶薄膜を気相成長させるためのものであり、 SiHCl_3 、 SiCl_4 、 SiH_2Cl_2 、 SiH_4 等のシリコン化合物の中から選択される。原料ガス G には、ドーパントガスとしての B_2H_6 あるいは PH_3 や、希釈ガスとしての H_2 、 N_2 、 Ar 等が適宜配合される。また、薄膜の気相成長処理に先立って基板前処理（たとえば自然酸化膜や付着有機物の除去処理）を行う際には、 HCl 、 HF 、 ClF_3 、 NF_3 等から適宜選択された腐蝕性ガスを希釈ガスにて希釈した前処理用ガスを反応容器本体 2 内に供給するか、または、 H_2 雰囲気中で高温熱処理を施す。

【0014】図 1 に示すように、反応容器本体 2 の内部空間 5 には、垂直な回転軸線 O の周りにモータ 1 3 により回転駆動される円盤状のサセプタ 1 2 が配置され、その上面に形成された浅い座ぐり 1 2 b 内に、シリコンエピタキシャルウェーハを製造するための基板 W が 1 枚のみ配置される。すなわち、該気相成長装置 1 は枚葉式気相成長装置として構成されている。基板 W は、たとえば直径が 100 mm あるいはそれ以上のものである。また、基板 W の配置領域に対応して容器本体 2 の上下には、基板加熱のための赤外線加熱ランプ 1 1 が所定間隔にて配置されている。

【0015】図 6 に示すように、座ぐり 1 2 b の深さ d は、サセプタ 1 2 に配置される基板 W の厚さ d' よりも若干大きく（たとえば 200 ないし 400 μm 程度）調整するとよい。

【0016】内部空間 5 内には、図 3 に示すようにサセプタ 1 2 を取り囲むように堤部材 2 3 が配置されている。図 2 に示すように、堤部材 2 3 は、その上面 2 3 a がサセプタ 1 2 の上面 1 2 a（ひいては基板 W の主表面）と略一致する位置関係にて配置される。図 1 に示すように、ガス導入口 2 1 は、堤部材 2 3 の外周面 2 3 b に対向する形にて開口しており、該ガス導入口 2 1 からの原料ガス G は、図 4 に示すように、堤部材 2 3 に形成されたガス受入領域 6 0 に当たって上面 2 3 a 側に乗り上げた後、サセプタ 1 2 上の基板 W の主表面に沿って流

れるようになっている。堤部材 2 3 の内周縁に沿って、板状に形成された均熱用の予熱リング 2 2 が配置され、その内側に配置されるサセプタ 1 2 の上面 1 2 a が、該予熱リング 2 2 の上面 2 2 a（図 2 参照）と略同一面となっている。

【0017】図 3～5 に示すガス受入領域 6 0 には、原料ガス G の流れ方向下流側、つまり排気口 3 6 側に進むにつれて、堤部材 2 3 の上面 2 3 a に対する高さが段階的に変化する壁 9、9、2 3 b を有するガス乱し部 8 が形成されている（図 2 参照）。堤部材 2 3 の外周面 2 3 b は、ガス乱し部 8 の有する一部の壁 2 3 b に兼用されている。ガス導入口 2 1 から流れてきた原料ガス G は、それら複数段の壁 9、9、2 3 b のそれぞれによって逆向きに跳ね返されながら、堤部材 2 3 の上面 2 3 a に至る。壁 9、9、2 3 b は、複数段にわたり設けられているため、これが 1 段のみ、すなわち堤部材 2 3 の外周面 2 3 b のみの場合よりも、原料ガス G の流れに乱れを生じさせる効果が高い。従って、原料ガス G は、堤部材 2 3 の上面 2 3 a に到達したあと、側方にもより一層分散しながら基板 W 上へ流れる。

【0018】図 2 の要部拡大図から分かるように、ガス乱し部 8 の形状として階段形状を好適に採用できる。階段形状を採用すれば、原料ガス G が流れ方向の反対側へ跳ね返される作用と、排気口 3 6 側へ進もうとする作用とのバランスを僅かな設計変更で調整し易い。つまり、原料ガス G の流れを乱し易いのである。ガス乱し部 8 は、堤部材 2 3 と一体に形成してもよいし、着脱可能な別体に形成してもよい。

【0019】図 1 に示すように、気相成長装置 1 においては、反応容器本体 2 の第一端部 3 1 からサセプタ 1 2 の回転軸線 O と直交して第二端部 3 2 に至る原料ガス G の流れ方向に沿った仮想的な中心線を水平基準線 H S L とする。そして、水平基準線 H S L とサセプタ 1 2 の回転軸線 O との双方に直交する方向を幅方向 W L と定義する。

【0020】ガス乱し部 8 は、たとえば図 5 (a) に示すように、堤部材 2 3 の上面 2 3 b 側外周縁部を周方向に切り欠く形で形成された凹状の収容部 2 3 k に、図 5 (b) に示すように、階段状の石英部材 1 0 が着脱可能に配置されることによって形成される。収容部 2 3 k は、堤部材 2 3 の外周面 2 3 b の一部と、ガス導入面 2 3 c とによって構成され、サセプタ 1 2 の形状を反映した円弧状に形成することができる。そして、そこに配置すべき階段状石英部材 1 0 も同じく円弧状に作製すれば、収容部 2 3 k に隙間なく嵌り、精度良く位置決めできるので都合がよい。ただし、このことは、後述するように積極的に隙間を形成する形態を否定するものではない。また、石英部材 1 0 単独では、水平基準線 H S L とサセプタ 1 2 の回転軸線 O とを含む断面において L 字形状をなしている。石英材料を円弧状に加工したり、複雑

な形状に加工するのは難しいので、なるべく簡素な形状とするのが好ましい。

【0021】図7(a)は図1から図5に示したガス乱し部8であり、図7(b)～(d)はガス乱し部8として適用できる別形態を示す断面模式図である。まず、図7(b)は、原料ガスGの流れ方向上流側に壁9、9を所定角度傾斜させた階段形状の石英部材10bが配置されて、ガス乱し部8が形成された例である。この形態によれば、原料ガスGを流れ方向上流側に跳ね返す作用が、図7(a)に示す形態よりも大きく、乱流を生じさせ易い。次に、図7(c)は、板状の石英部材10cを堤部材23に形成された溝23nに嵌合させて固定し、壁9、9、23bの各間に原料ガスGが侵入可能とした例である。この形態も、原料ガスGの流れ方が複雑になり、乱流を生じさせ易い。また、図7(d)は、堤部材23の周方向に断続的に石英製ブロック材10dを複数配置して、ガスの流れを乱す作用を狙ったものである。原料ガスGの障害となる壁9、9、23bの数としては、最も効果が高くなるように適宜その数を調整するとよい。

【0022】また、図8(a)の斜視図および図8(b)の断面図に示すように、ガス乱し部8は、原料ガスGの流れ方向に関して堤部材23の上面23aに隣接する壁23b(堤部材23の外周面を包含する)から離れた凸部14を含むものとして形成されていてもよい。凸部14と壁23bとの間に空隙SAが生じるようにする、という観点においては図7(c)の形態に類似しており、原料ガスGの流れを乱す作用が期待できる。また、図8(b)は、水平基準線HSLおよびサセプタ12の回転軸線Oに平行な断面を示すものであるが、この断面において凸部14が方形形状を呈するようにすると、原料ガスGの流れ方向における空隙SAの幅は所定距離Dを有することとなる。この所定距離Dについては適宜調整することができ、たとえば水平基準線HSLの左右で異ならせてもよい。

【0023】上記のような凸部14は、堤部材23と一体または別体に形成することができる。図8に示す形態においては後者を採用している。具体的には、前述したように堤部材23の上面側外周縁部を周方向に切り欠く形で凹状の収容部23kを形成して、該収容部23kに石英製ブロック材10eを着脱可能に配置して凸部14を形成することができる。このようにすると、凸部14の形状を容易に調整できる。したがって、エピタキシャル層(シリコン単結晶薄膜)の厚さ分布(膜厚分布)の最適化も簡単に行なえる。なお、石英製ブロック材10eは、堤部材23に沿うように湾曲した形状を有することが好ましいが、単純に角形状のものを採用してもよい。また、石英製ブロック材10eは、水平基準線HSL(図3参照)に関して対称となるように、あるいは非対称となるように配置される。

【0024】また、図9に示すように、堤部材23の外周面に接するように石英製ブロック材10eを配置することもでき、この場合は、階段形状を有するガス乱し部8が形成されることとなる。

【0025】さて、図3～5に示すように、堤部材23の外周面23bには、水平基準線HSLに対し左右対称に振り分けた形にて、原料ガスGの流れを幅方向WLにおける複数個所にて仕切る堤部材側仕切板35R、35Lが配置されている。そして、それら堤部材側仕切板35R、35Lによって仕切られた形となるガス受入領域60に関し、水平基準線HSLを含むガス受入領域60についてのみ、ガス乱し部8が形成されている。本実施形態では、堤部材側仕切板35R、35Lが配置されることにより、ガス受入領域60を構成する凹状の収容部23kが幅方向WLの3箇所に仕切られている。

【0026】図5(a)より分かるように、ガス受入領域60は、ガス乱し部8を設けずとも既に全体が階段状を呈しており、流れを乱して原料ガスGを分散させる構成になっている。しかしながら、水平基準線HSLの近傍を流れる原料ガスGは、ガス受入領域60への原料ガスGの侵入角度が直角に近い。そのため、水平基準線HSLから離れた場所に比べると、堤部材23の上面23aに乗り上げたあと、幅方向WLに散らばり難い傾向にある。そこで、水平基準線HSLを含むガス受入領域60のみで、より一層強い乱れを原料ガスGに生じさせてやれば、堤部材23の上面23aに達したあとも、幅方向WLにも分散し易くなる。もしも、水平基準線HSLを含まない両サイドのガス受入領域60においてもガス乱し部8を形成し、乱流の生成を促すと、中央のガス受入領域60でのガス乱し効果と相殺される恐れがある。従って、水平基準線HSLを含むガス受入領域60についてのみ、ガス乱し部8が形成されるのがよいのである。

【0027】また、階段状の石英部材10の高さは、その上端が堤部材23に形成されたガス受入面23cと、上面23aとの中間ないし、ガス受入面23cから上面23aまでの高さの2/3程度に調整するとよい。一つ一つの段差があまり小さくなりすぎると、原料ガスGを反対側へ跳ね返す作用が小さくなるので、適宜調整するのがよい。

【0028】次に、図3および図4に示すように、ガス導入口21からの原料ガスGをガス受入領域60に向けて導くガス案内部材24R、24Lが、幅方向WLにおいて水平基準線HSLに対し左右に振り分けた形にてガス導入口21と堤部材23との間に配置されている。ガス案内部材24R、24Lの内側に形成されたガス案内空間24Sの各々には、原料ガスGの流れを幅方向WLにて仕切るガス案内部材側仕切板34R、34Lが、各々堤部材23のガス受入領域60に向かって延びるように配置されている。そして、そのガス案内部材側仕切板

34R, 34Lと堤部材側仕切板35R, 35Lとがそれぞれ、水平基準線HSLと平行かつ幅方向WLに垂直な仮想平面の同一面内に配置された形となっている。

【0029】上記したように、ガス導入口21から堤部材23に至るまでの間において、原料ガスGの流れを、幅方向WLにおいて仕切るようにすると、その流速が局部的に速くなったり遅くなったりするという不具合を防止できる。そして、原料ガスGは、堤部材23を通過する際に、ガス乱し部8によって強い分散作用を受ける。

【0030】ガス案内部材24は、ガス導入口21側と堤部材23側とにそれぞれ開口する横長状断面を有する石英製の筒部材であり、ガス案内部材側仕切板34R, 34Lは、互いに略平行に配置された上面板24aと下面板24bとによって挟まれ、自身の上端面と下端面とが各々溶接される形もしくは点支持される形にて配置されている。ガス案内部材側仕切板34R, 34Lが一体化されたガス案内部材24を、反応容器本体2に対して着脱可能に配置することで、たとえばガス案内部材側仕切板34R, 34Lの位置を変更したい場合等においては、ガス案内部材24の交換により簡単に対応することができる。また、幅方向WLにおいて、左右のガス案内部材24R, 24Lの間には、位置決め用のスペーサ33が容器本体部2に対して一体的に設けられている。この位置決め用のスペーサも一種の仕切り板として機能していると見ることもできる。

【0031】図3に示すように、右側のガス案内部材側仕切板34Rと左側のガス案内部材側仕切板34Lとのそれぞれに個別に対応してガス導入口21A, 21Bが形成されている。具体的には、原料ガスGは、ガス配管50を経て各ガス導入口21A, 21Bから反応容器本体2の内部空間5に導かれる。本実施形態では、ガス配管50は、幅方向WLにおける内側領域にガスを供給する内側配管53と、同じく外側領域にガスを供給する外側配管51とに分岐し、各々原料ガスGの流量を、マスフローコントローラ(MFC)52, 54により独立に制御できるようにしている。ここで、MFC52, 54の替りに手動バルブを使用してもよい。また、内側配管53および外側配管51は、それぞれ分岐配管56, 56および分岐配管55, 55にさらに分れ、水平基準線HSLに対して両側にそれぞれ内側ガス導入口21A, 21Aおよび外側ガス導入口21B, 21Bを開口している。

【0032】また、図1に示すように、反応容器本体2は、下部ケース3と上部ケース4とからなり、堤部材23は下部ケース3の内周面に沿って配置されている。図2に示すように、堤部材23には、ガス乱し部8の壁9に隣接する形で、ガス導入面23cが形成されている。該ガス導入面23cは、ガス案内部材24の下面板24bの内面の延長に略一致する形となっており、ガス流を堤部材23側にスムーズに導く役割を果たす。なお、上

部ケース4には、堤部材23の上面23aに対向する第一面4aと、堤部材23の外周面23bと平行な第二面4bと、ガス導入面23cに対向する第三面4cとを有する段部を有し、堤部材23との間にクランク状のガス通路を形成している。

【0033】また、図3に示すように、ガス導入口21A, 21Bとガス案内部材24R, 24Lとの間には、分散板26が配置されている。図4に示すように、分散板26は、ガス案内部材24R, 24Lの開口部に対応した横長に形成されており、長手方向に沿って所定の間隔で複数のガス流通孔26aが形成されている。なお、ガス流通孔26aは、ガス案内部材側仕切板34R, 34Lと干渉しない位置に形成されている。一方、図3に示すように、堤部材23とガス排出口36との間には、排出側ガス案内部材25が配置されている。

【0034】また、ガス乱し部8を形成することに併せて、サセプタ12側の調整を実施することにより、エピタキシャル層の厚さ分布の最適化が一層容易になる。具体的には、たとえば図10の断面図に示すように、外側に向かって上方に傾いたウェーハ着座面121を有する座ぐり12bが形成されたサセプタ12を好適に使用することができる。座ぐり12bは、サセプタ12の上面12aに垂直に隣接した座ぐり内周面122を含み、その座ぐり内周面122に続く部分として、上記ウェーハ着座面121が形成されている。ウェーハ着座面121の形成されている領域において、座ぐり12bは擋り鉢形状を示す。サセプタ12上に基板Wをセットする際、ウェーハ着座面121の傾斜により、ウェーハWの水平方向への移動が抑止されるので、気相成長中にウェーハWの位置ズレが生じて、エピタキシャル層の厚さ分布に影響をおよぼす程度が小さくなる。また、座ぐり12bの深さに関していえば、ウェーハWを載置したとき、ウェーハWの上面がサセプタ12の上面12aよりもやや鉛直下方に位置するように調整するのが好ましい。

【0035】以下、上記気相成長装置1の作用について説明する。図1～図4に示すように、サセプタ12上に基板Wをセットし、必要に応じ自然酸化膜除去等の前処理を行った後、基板Wを回転させながら赤外線加熱ランプ11により所定の反応温度に加熱する。その状態で、各ガス導入口21A, 21Bから原料ガスを所定の流速にて導入する。

【0036】原料ガスは、分散板26を通り、ガス案内部材側仕切板34R, 34Lの間を通る内側ガス流G1と、同じく外側を通る外側ガス流G2とに仕切られて、さらに堤部材23に形成されたガス受入領域60に向って流れる。ガス受入領域60に当たったガス流G1およびG2は、堤部材23の上面23aに乗り上げて、基板Wの主表面に沿って流れ、排出側ガス案内部材25を経て排出管7に集められ、排出される。

【0037】たとえば、図11(c)に示すように、ガ

ス受入領域60が単に円筒面状になっている場合を考えると、外側ガス流G2は、幅方向WLにおける端部の大きく傾いた面に当たるので、外側に逃げる形となる。他方、内側ガス流G1は、幅方向WLにおける中央付近の、それほど傾斜の強くない位置にて外周面23bに直角に近い形態にて当たることと、ガス案内材側仕切板34R、34Lおよび堤部材側仕切板35R、35Lにより外側への逃げが抑制されることから、直進しようとする傾向が強くなる。その結果、ガス流量の幅方向WLにおける分布には、図11(b)に示すように、ガスの直進傾向が強いガス案内材側仕切板34R、34Lの間の領域においては第一の高流量部H1が、横方向に逃げたガスが集中する左右の端部付近には第二の高流量部H2が現われ、それらの間の区間には谷状の低流量部L1が現われる。また、流量分布は、水平基準線HSLに関してほぼ左右対称となるから、軸線O周りに回転する基板の主表面上において右側の高流量部H1、H2および低流量部L1に、左側の高流量部H1、H2および低流量部L1が重なり、形成されるエピタキシャル層の厚さ分布には、図11(a)に示すように、ガス流量分布に対応した大きなムラが発生することとなる。

【0038】しかしながら、本実施形態の気相成長装置1は、ガス受入領域60において階段状のガス乱し部8を形成することで、堤部材23の概略形状を図11

(c)に示すものと略同様に保ちつつ、基準線HSL近傍、すなわち中央付近を流れる原料ガスG1を積極的に分散させることができる(図12(c)参照)。その結果、低流量部L1が生じるという不具合が効果的に解消されて、図12(b)に示すように反応容器本体2の内部空間5全体にほぼ均一なガス流量を実現でき、形成されるエピタキシャル層の厚さ分布を図12(a)に示すようなより均一なものとするができる。

【0039】以上、本発明の気相成長装置の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、請求項に記載した概念を逸脱しない範囲にて種々の変形を加えることができる。

【0040】

【実施例】(実施例1) CZ法により作製した直径200mmのシリコン単結晶基板Wを、図1～図4および図12(c)に示す気相成長装置1内に配置した。他方、比較例として、堤部材23のガス受入領域60を、図11(c)に示すように、単に円筒面状とした気相成長装置も用意し、シリコン単結晶基板Wを同様に配置した。そして、試験を下記の手順で行った。

【0041】まず、赤外線加熱ランプ11(図1参照)に通電し、基板Wの温度が1100℃になった後に、基板W表面の自然酸化膜を除去した。その後、基板Wの温度を1100℃に保持したまま内側ガス導入口21Aおよび外側ガス導入口21Bから原料ガスとしてトリクロロシランガスを含有する水素ガスを反応容器内に供給し

て、基板W上にシリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させた。なお、内側ガス導入口21Aと外側ガス導入口21Bとの原料ガスの合計供給流量は、標準状態における値で50リットル/分に固定した。また、内側ガス導入口21Aと外側ガス導入口21Bとの供給流量比は種々に変えてシリコン単結晶薄膜の成長を行い、膜厚分布が最適となるものを選択するようにした。なお、シリコン単結晶薄膜は厚さ6μmを目標として、膜厚をモニターしながら成長させた。

【0042】そして、得られた薄膜付きの基板すなわちシリコンエピタキシャルウェーハの、直径方向の膜厚分布プロファイルをFT-IR法により測定し、グラフにプロットした。測定結果を図13に示す。すなわち、本発明の装置を用いた場合(a)は、比較例の装置を用いた場合(b)よりも膜厚の変動が小さく、均一な分布が得られていることが一見してわかる。

【0043】また、本発明の装置を用いて得られた結果において、シリコン単結晶薄膜の直径方向の最大膜厚値を t_{max} 、同じく直径方向の最小膜厚値を t_{min} としたとき、その差($t_{max}-t_{min}$)は0.04μmであった。それに対し、比較例の装置を用いた場合、($t_{max}-t_{min}$)は0.13μmであった。ただし、これらの値の大小はシリコン単結晶薄膜の全厚さに依存するので、($t_{max}-t_{min}$)の($t_{max}+t_{min}$)に対する割合、つまり $100 \times (t_{max}-t_{min}) / (t_{max}+t_{min})$ で求められる値をシリコン単結晶薄膜の膜厚分布の目安として求めた。

【0044】その結果、本発明の装置を用いて得られた測定結果(図13(a))については、0.34という値が得られた。それに対し、比較例の装置を用いて得られた測定結果(図13(b))については、1.07という値であった。このように、本発明の気相成長装置1を用いることにより、 $100 \times (t_{max}-t_{min}) / (t_{max}+t_{min})$ で定義される値が0.4以下となるように、シリコン単結晶薄膜の厚さ調整を行なうことができるのである。

【0045】(実施例2)図8に示すガス乱し部8が形成された本発明の気相成長装置を用い、実施例1と同様の手法にてシリコン単結晶基板上に、シリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させてシリコンエピタキシャルウェーハを作製した。石英製ブロック材10eとしては、奥行き10mm(原料ガスの流れ方向)、幅35mm(幅方向WL)、高さ3.5mmに寸法調整したものをを用い、これを水平基準線HSLに関して左右対称となるように配置した。また、堤部材23の外周面23bから石英製ブロック材10eまでの距離Dは5mmに設定した。これと比較検討するために、石英製ブロック材10eを撤去、つまり堤部材23のガス受入領域60を図11(c)に示すように単に円筒面状とした従来の装置を用い、同条件にてシリコンエピタキシャルウェーハ

を作製した。そして、これらのシリコンエピタキシャルウェーハの直径方向の膜厚分布プロファイルを用いてF T - I R法により測定し、グラフにプロットした。測定結果を図14に示す。

【0046】図14(a)は、本発明の装置で作製したエピタキシャルウェーハ、図14(b)は、改良されていない従来の装置で作製したエピタキシャルウェーハについて、エピタキシャル層の厚さ分布をそれぞれ示している。本発明の装置で作製したエピタキシャルウェーハは、改良されていない従来の装置で作製したエピタキシャルウェーハで観察されるウェーハ中心部の大きなうねりが消失している。つまり、エピタキシャルウェーハの半径を r としたときの、ウェーハの中心から $r/2$ の位置までの膜厚分布が大幅に改善された。

【0047】(実施例3) 図9に示すガス乱し部8が形成され、さらにサセプタ12の座ぐり12bが図10のように改良された本発明の気相成長装置を用い、実施例1と同様の手法にてシリコン単結晶基板上に、シリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させてシリコンエピタキシャルウェーハを作製した。石英製ブロック材10eとしては、奥行き10mm(原料ガスの流れ方向)、幅35mm(幅方向WL)、高さ3.5mmに寸法調整したものを用い、これを水平基準線HSLに関して左右対称かつ堤部材23の外周面23bに接して配置した。なお、石英製ブロック材10eは、堤部材23の外周面23bに沿うように形状調整してある。これと比較検討を行うために、石英製ブロック材10eを撤去し、かつサセプタ12の座ぐり12bを、図6に示すように均一な深さ d を有する形態に調整した従来の装置を用い、同条件にてシリコンエピタキシャルウェーハを作製した。そして、これらのシリコンエピタキシャルウェーハの直径方向の膜厚分布プロファイルを用いてF T - I R法により測定し、グラフにプロットした。測定結果を図15に示す。

【0048】図15(a)は、本発明の装置で作製したエピタキシャルウェーハ、図15(b)は、改良されていない従来の装置で作製したエピタキシャルウェーハについて、エピタキシャル層の厚さ分布をそれぞれ示している。本発明の装置で作製したエピタキシャルウェーハは、改良されていない従来の装置で作製したエピタキシャルウェーハに比べて、ウェーハ中心部のうねり、ウェーハ周縁部における跳ね上がりが共に小さいプロファイルを呈する結果となった。この結果は、ガス乱し部8の形状調整と、サセプタ12の座ぐり12bの形状調整とを組み合わせることにより、エピタキシャル層の厚さ分布を改善することが可能であることを示している。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の気相成長装置の一例を示す側面断面図。

【図2】本発明の気相成長装置の要部を拡大した断面

図。

【図3】本発明の気相成長装置の平面図。

【図4】本発明の気相成長装置の要部を一部切り欠いて示す分解斜視図。

【図5】堤部材に形成されたガス受入領域の拡大図。

【図6】サセプタに形成された座ぐりの拡大図。

【図7】ガス乱し部の様々な形態を説明する断面図および斜視図。

【図8】図7と同様の斜視図および断面図。

【図9】図7と同様の斜視図。

【図10】サセプタに形成された座ぐりの別形態を示す拡大断面図。

【図11】階段状のガス乱し部が形成されていない従来の気相成長装置の問題点を説明する図。

【図12】階段状のガス乱し部を形成することにより達成される効果を説明する図。

【図13】実施例および比較例の実験結果である膜厚分布の測定結果を示すグラフ。

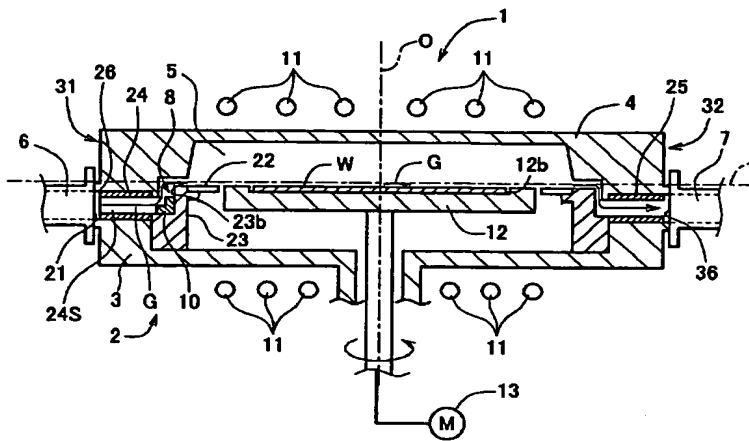
【図14】同じく膜厚分布の測定結果を示すグラフ。

【図15】同じく膜厚分布の測定結果を示すグラフ。

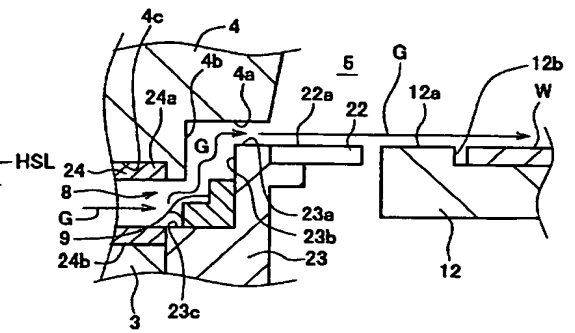
【符号の説明】

- 1 気相成長装置
- 2 反応容器本体
- 5 内部空間
- 8 ガス乱し部
- 9 壁
- 10 階段状石英部材
- 10e 石英製ブロック材
- 12 サセプタ
- 12a サセプタの上面
- 12b 座ぐり
- 14 凸部
- 21 ガス導入口
- 23 堤部材
- 23a 堤部材の上面
- 23b 堤部材の外周面
- 23k 収容部
- 24, 24R, 24L ガス案内部材
- 24S ガス案内空間
- 31 第一端部
- 32 第二端部
- 34R, 34L ガス案内部材側仕切板
- 35R, 35L 堤部材側仕切板
- 36 ガス排出口
- 121 ウェーハ着座面
- W 基板
- G 原料ガス
- O 回転軸線
- HSL 水平基準線
- WL 幅方向

【図1】

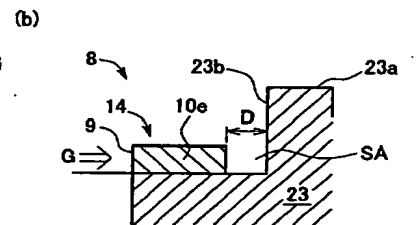
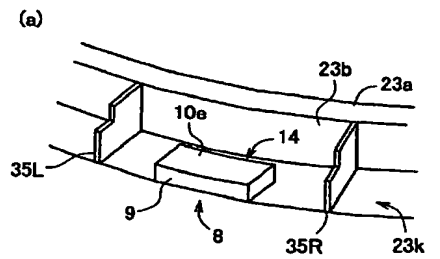
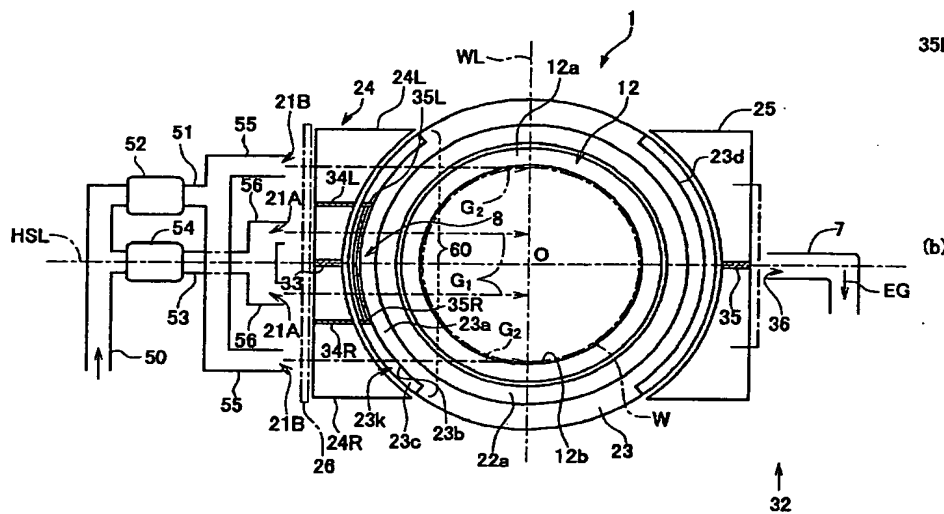


【図2】

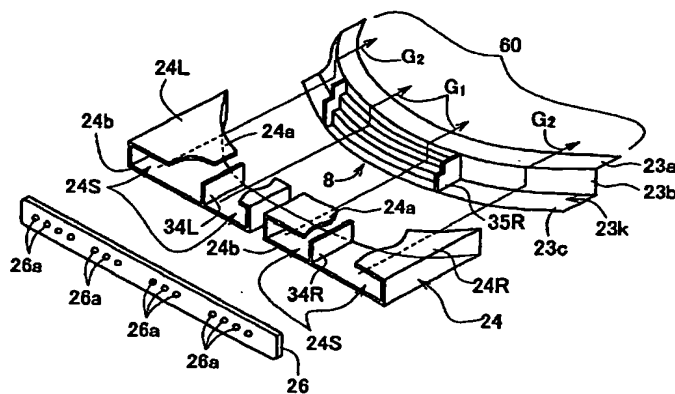


【図8】

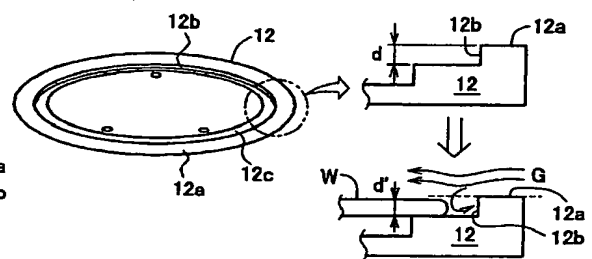
【図3】



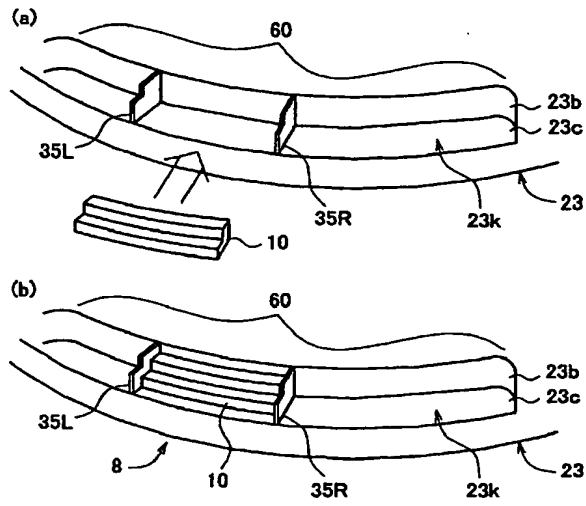
【図4】



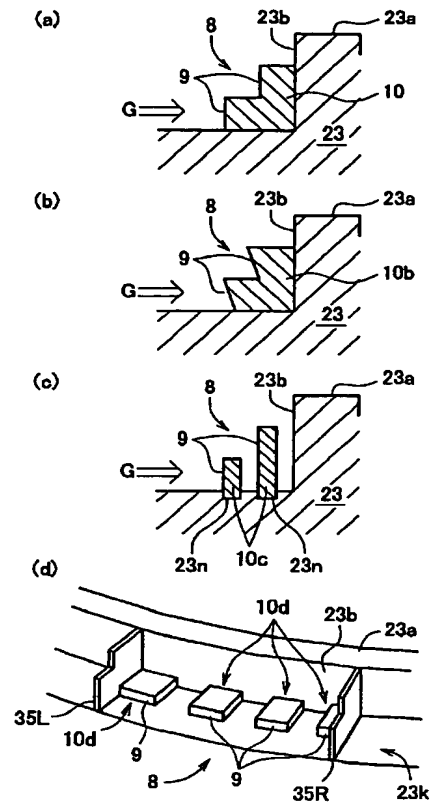
【図6】



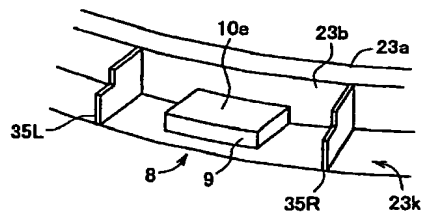
【図5】



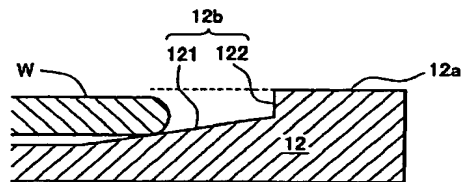
【図7】



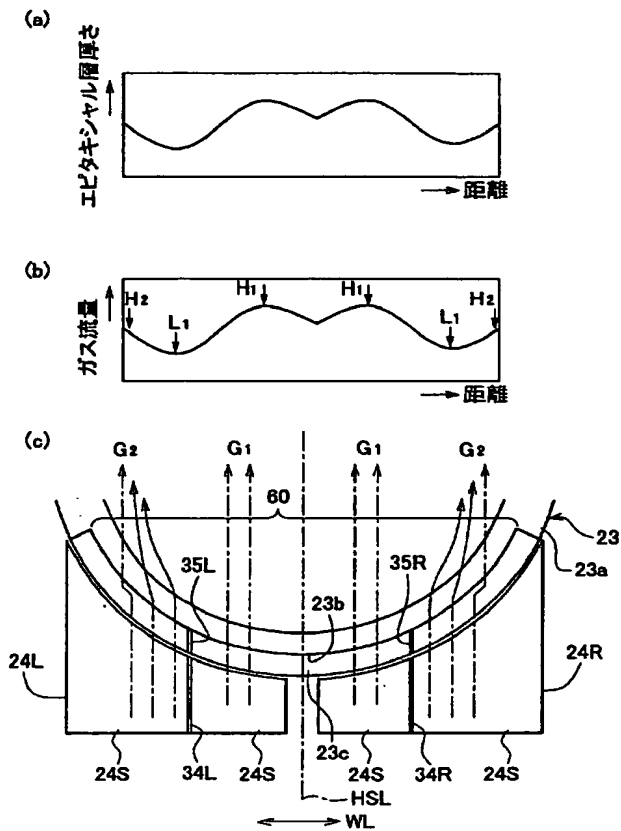
【図9】



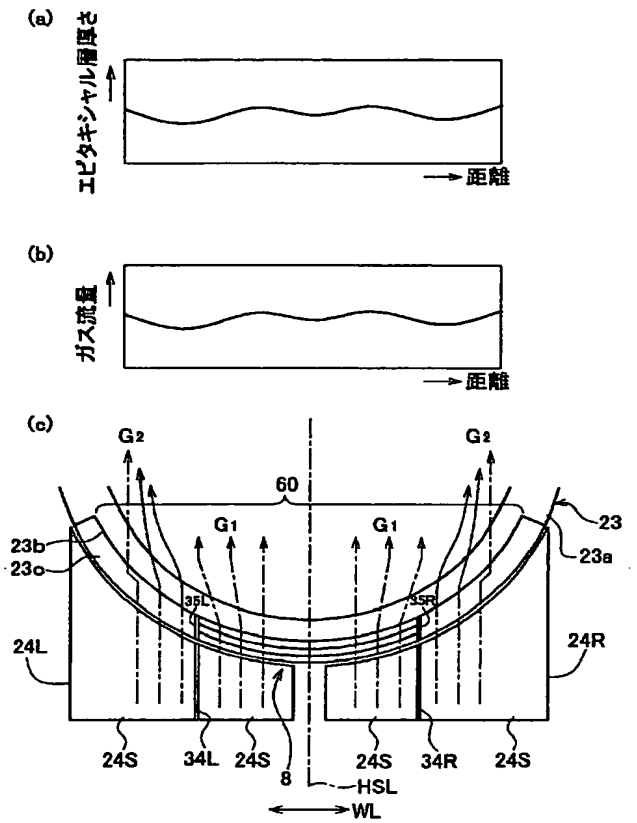
【図10】



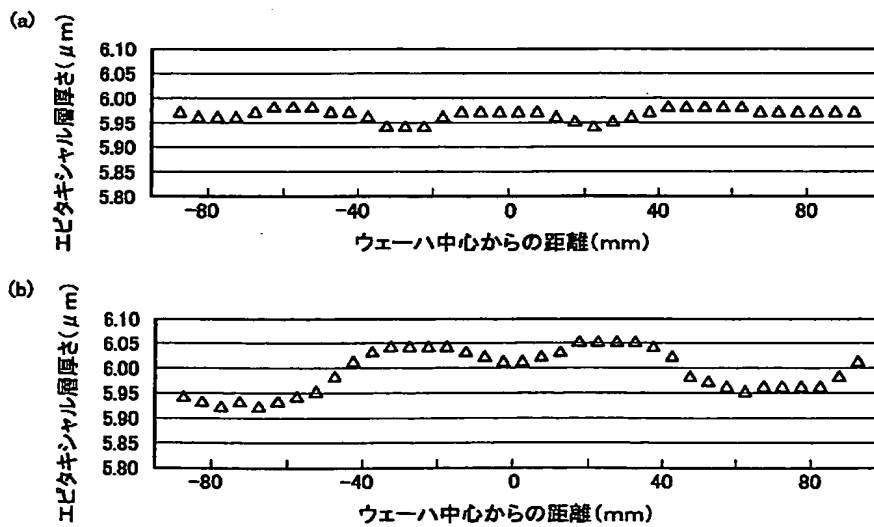
【図11】



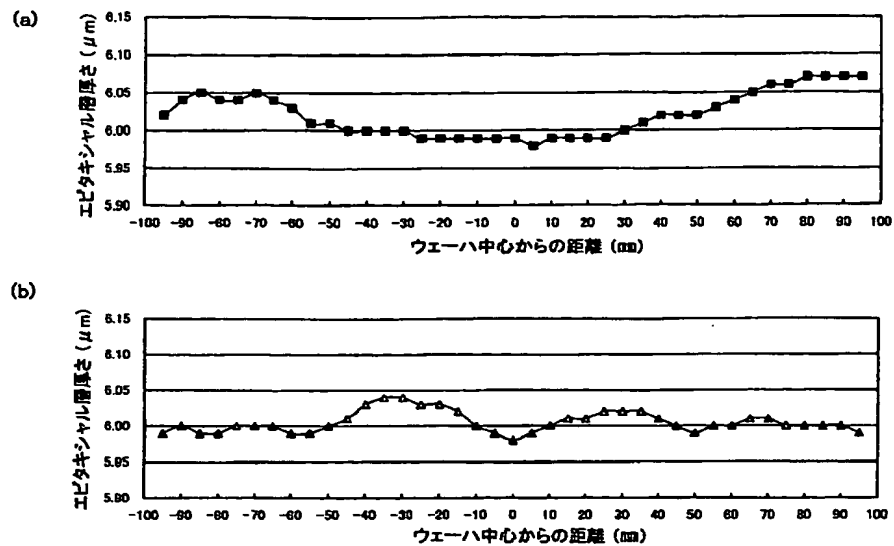
【図12】



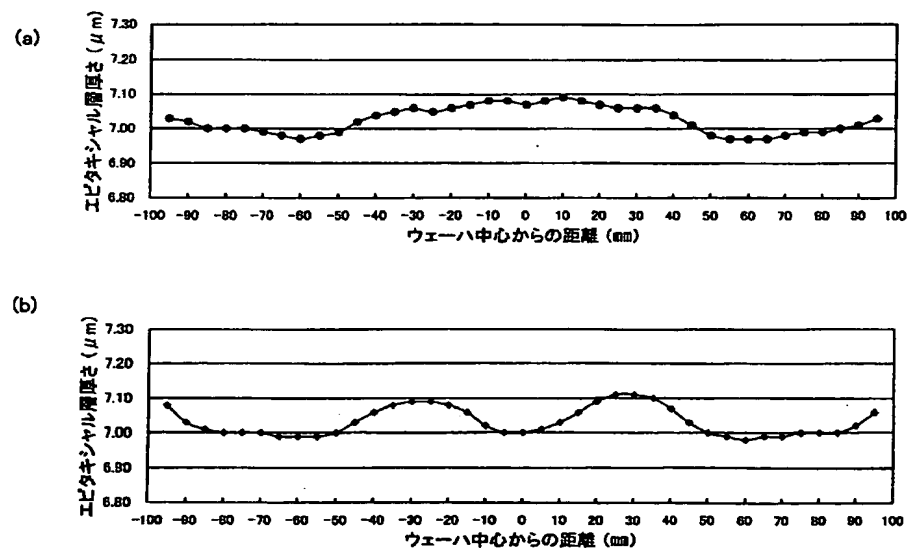
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 博一
長野県更埴市大字屋代1393番地 長野電子
工業株式会社内

(72)発明者 山田 透
群馬県安中市磯部二丁目13番1号 信越半
導体株式会社半導体磯部研究所内
Fターム(参考) 5F045 AA02 AA03 AB02 AC01 AC03
AC05 AC15 AC16 AC19 AF03
BB02 DP04 EB02 EF13 EK13